

Comparación de dos sistemas de reconstrucción para fémur proximal en pacientes con fractura transtrocanterica: compresión vs antirotacional

Artículo de
Investigación

Comparison of two reconstruction systems for proximal femur in patients with pertrochanteric fracture: compression vs antirotational

Mayra Alejandra García-Delgadillo^{1*}, Emilio Heraclio Lora-Fierro¹, Jaime Durán-Carranza¹, Alberto Enrique Durán-Arce¹, Cuitláhuac González-Galindo⁵

José Miguel Moreno-Ortiz⁴, Delia Marily Becerril-Camach³, Perla Yareli Gutiérrez-Arzapalo², Karla Paola Guiérrez-Castro²

¹Hospital Civil de Culiacán, Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud. Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Civil de Culiacán, Sinaloa, México.

²Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán Rosales 80030, Sinaloa, México

³Maestra en Ciencias Biomédicas, Docente e investigadora en el área de ciencias de la salud de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán

⁴Instituto de Genética Humana "Dr. Enrique Corona Rivera". Departamento de Biología Molecular y Genómica. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara. Sierra Mojada 950, Col. Independencia, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44340.

⁵Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Sinaloa, Culiacán Rosales 80227, Sinaloa, México.

* Autor correspondiente: mayragarcia@hotmail.com

Resumen: Introducción: las fracturas transtrocantericas son la principal causa de hospitalización en ortopedia y su incidencia en adultos mayores podría estar aumentando. Una clasificación precisa es fundamental para determinar el tratamiento quirúrgico adecuado. El sistema de clasificación AO/OTA es ampliamente utilizado por los traumatólogos para establecer criterios de diagnóstico y tratamiento.

Objetivo: comparar dos sistemas: el clavo de reconstrucción corto para fémur proximal con bloqueos proximales de compresión interbloqueados y el clavo de reconstrucción corto para fémur proximal con bloqueos proximales antirotacionales, en cuanto a la evolución clínica del paciente.

Metodología: Revisión retrospectiva de 90 expedientes, formando dos grupos, según el sistema de reconstrucción que se utilizó durante la fijación de su fractura, comparándose con algunas variables; datos sociodemográficos de la población, variables transquirúrgicas, postquirúrgicas y seguimiento a mediano plazo.

Resultados: Ambos grupos presentaron homogeneidad en las características sociodemográficas de la población, con una predominancia del sexo femenino y un índice de masa corporal en el rango de sobrepeso, se observó la mayoría de los pacientes presentaban fracturas tipo tronzo 3. En la comparación de las variables trans y postquirúrgicas no se encontraron diferencias significativas, ni en el seguimiento a mediano plazo de los pacientes.

Conclusiones: Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados en la literatura, ya que no se encontraron diferencias significativas en la comparación realizada. Ninguno de los dos sistemas demostró superioridad sobre el otro, lo que indica que ambos son métodos eficaces brindan resultados favorables y promueven la adecuada evolución clínica del paciente.

Palabras clave: *Clavo de construcción corto, fracturas transtrocantericas*

Abstract: Transtrochanteric fractures are the leading cause of hospitalization in orthopedics and, their incidence in older adults may be increasing. Accurate classification is crucial for determining the appropriate surgical treatment. The AO/OTA classification is widely used by traumatologists to establish diagnostic and treatment criteria.

Methodology: A retrospective review of 90 files was conducted, forming two groups, based on the reconstruction system used during the fixation of their fracture. The comparison was considering several variables; sociodemographic data of the population, intra-surgical and post-surgical variables, and medium-term follow-up.

Results: Both groups presented homogeneity in the sociodemographic characteristics of the population, with a predominance of the female sex and a body mass index in the overweight range. The majority of the patients were observed to have tronzo-type fractures grade 3. No significant differences were found in the comparison on the intra and postoperative variables, nor in the medium term follow up of the patients.

Conclusions: The results obtained are consistent with those reported in the literature, as no significant differences were found in the comparison made. Neither of the two systems demonstrated superiority over the other, indicating that both are effective methods, providing favorable results and promoting adequate clinical evolution of the patient.

Keywords: Short reconstruction nail, transtrochanteric fractures.

Recibido: 07/06/2023 Aceptado: 21/07/2023 Publicado: 29/07/2023

Introducción

Las fracturas transtrocantericas se consideran la causa más frecuente de hospitalización en los servicios de ortopedia, y se estima que esto empeorará, debido a la frecuencia de casos en adultos mayores y que el promedio de edad de la población del país va en aumento, se asocia con una significativa morbilidad que incluye disminución de la funcionalidad en la cadera, pérdida de independencia y un 30% de mortalidad en el año posterior a la lesión, es por eso que el tratamiento quirúrgico de ésta fractura debe realizarse a la brevedad buscando restaurar la anatomía de la cadera y fijarla adecuadamente [1]

En estos casos la clasificación es clave para decidir el tratamiento que se seguirá para su resolución quirúrgica, la clasificación AO/OTA es el sistema más comúnmente usado por traumatólogos para unificar criterios de diagnóstico y tratamiento respecto a una fractura [2]

Además, se han estudiado distintas clasificaciones para el mismo tipo de fracturas, lo que permite al traumatólogo investigar y publicar sus resultados utilizando clasificaciones que el resto de sus colegas puedan dominar, como la de Tronzo que también utilizamos en éste trabajo [3]

La osteosíntesis, fijación quirúrgica de los elementos fracturas del hueso por medio de elementos o materiales usualmente metálicos, nos permite tratar adecuadamente las fracturas en base a los principios biomecánicos que permiten una unión estable entre los fragmentos para una posterior consolidación adecuada, estos son el principio de compresión, sostén, tutor, tirante y protección, mismos que se pueden alcanzar dependiendo de la configuración del trazo de fractura con uno o varios materiales de osteosíntesis. [4]

Un tipo de osteosíntesis es el clavo de reconstrucción corto para fémur proximal (PFN), fue diseñado para uso en fracturas de fémur, principalmente para fracturas de cuello, transtrocantericas o subtrocantéricas, región del fémur en el que el DHS no funciona idóneamente por razones biomecánicas. Son mucho más resistentes y menos invasivos que el DHS que durante muchos años fue el gold estándar, o el material con el que hay más estudios para compararlo. Poseen agujeros para bloqueos proximales orientados de modo que los tornillos superiores se ajusten a la anatomía espacial de cabeza y cuello femorales [5]

Desde 1940 las fracturas diafisarias con algo de afectación trocanterica han sido tratadas con clavos intramedulares, con el paso de los años, la técnica de colocación se fue perfeccionando, en 1967, Zickel obtuvo buenos resultados al empezar a fijar el trazo proximal de las fracturas transtrocantericas, sin embargo el clavo intramedular anterógrado era el estándar, fue hasta

1988 cuando el clavo Gamma fue introducido, el cual ya contaba con un tornillo de bloqueo hacia la cabeza femoral, lo que logro un gran avance, ese clavo de reconstrucción ha sufrido cambios y mejoras a lo largo del tiempo, fue hasta después del año 2000 en el que el tornillo único de bloqueo del clavo Gamma fue sustituido por el doble bloqueo proximal del actual PFN, lo que lo llevo a que actualmente la AO lo considera el implante de elección para toda fractura extra capsular que este clasificada como 31A, independientemente si está estable o inestable y de su subclasificación, su capacidad para mantener adecuadamente la reducción, su técnica mínimamente invasiva, el respetar los tejidos blandos, el no tener que abrir el foco de fractura y evitar el daño a la vasculatura de la cabeza, lo convirtieron en el *gold estándar* para estas fracturas [6]

Para mantener el lugar de ser el mejor implante indicado para las fracturas extracapsulares, el clavo de reconstrucción, ha tenido que ser comparado en numerosos estudios, principalmente contra el DHS, se reportan series de casos en las que los resultados radiográficos son similares, pero se resalta la cualidad de poder ponerlo en hueso osteoporótico y poder reincorporar al paciente a sus actividades cotidianas de forma más temprana [7]

Se encuentran en la literatura reportes de estudios que comparan en el clavo de reconstrucción un bloqueo proximal contra dos bloqueos y se recogen resultados similares, sin embargo se ha visto que el segundo bloqueo le da más estabilidad al trazo, evita la rotación del mismo y le resta estrés al bloqueo único por lo que si se recomienda utilizar un sistema con doble bloqueo [8]

Materiales y Métodos

Para este estudio longitudinal, retrospectivo, comparativo y observacional, se seleccionaron como candidatos a participar aquellos pacientes con un diagnóstico confirmado de fractura transtrocanterica de fémur. Los pacientes incluidos en el estudio fueron sometidos a una intervención quirúrgica en el período comprendido entre el 1 de junio de 2018 y el 30 de septiembre de 2022 en el Hospital Civil de Culiacán. Se eligieron pacientes que fueron tratados quirúrgicamente utilizando uno de los dos tipos de material de osteosíntesis: opción uno, clavo de reconstrucción con bloqueos proximales de compresión interbloqueados, u opción dos, clavo de reconstrucción con bloqueos proximales antirotacionales.

Para comparar los grupos se utilizó una prueba T para las variables numéricas y una prueba de chi cuadrado para las variables categóricas. La muestra se determinó con base en la necesidad de tener N=45 pacientes por grupo para detectar una diferencia de al menos 10% en el tiempo quirúrgico, con una

potencia del 80%. Se asumió una desviación estándar de 10 minutos y una duración promedio de 60 minutos para el clavo de reconstrucción corto de compresión.

Se incluyeron 90 pacientes, 45 en cada grupo, mayores de edad, sin distinción de sexo y que contaran con expediente electrónico completo dentro de nuestra institución, se obtuvieron los expedientes clínicos de estos pacientes, se identificaron las variables de interés trans y post quirúrgicas, y se incluyeron aquellos que cumplieron con el registro de todas éstas.

Una vez obtenida la muestra, se procedió a recopilar los datos de las variables de interés utilizando un instrumento físico de extracción. Posteriormente, se llevó a cabo la transferencia de los datos del documento fuente a una base de datos electrónica codificada para facilitar el análisis de los mismos y obtener los resultados pertinentes.

Resultados

La cantidad total de expedientes revisados fue de 90, de los cuales 45 pertenecían a pacientes en el grupo 0 (que fueron fijados con clavo de reconstrucción corto con bloqueo proximal interbloqueado) y 45 pertenecían a pacientes en el grupo 1 (que fueron fijados con clavo de reconstrucción corto con bloqueo proximal antirotacional).

En cuanto a las características sociodemográficas de la población, se observó que el género predominante en ambos grupos fue el femenino. En el grupo 0, correspondiente al bloqueo de compresión, el 82.2% eran mujeres (37 pacientes) y el 17.8% eran hombres (8 pacientes). En el grupo 1, correspondiente al bloqueo anti rotacional, el 71.1% eran mujeres (32 pacientes) y el 28.9% eran hombres (13 pacientes). Sin embargo, no se encontró significancia estadística en esta diferencia de género. En cuanto al índice de masa corporal (IMC), se observó que ambos grupos presentaron valores muy similares. El grupo 0 tuvo una media de 25.1 ± 4.1 , mientras que el grupo 1 tuvo una media de 25.8 ± 4.5 , obteniendo una P de .422. Con respecto a la edad, se encontraron diferencias significativas entre los grupos. El grupo 0 tuvo una media de 84.9 ± 9.4 , mientras que el grupo 1 tuvo una media de edad de 77.5 ± 15.0 , con un valor de P de .006. Estos resultados se resumen en la **Tabla 1**.

		Tipo de Clavo		*P
		Compresión	Antirotacional	
Edad		84.9 ± 9.4	77.5 ± 15.0	.006
IMC		25.1 ± 4.1	25.8 ± 4.5	.422
Género	Mujer	37 (82.2%)	32 (71.1%)	.213
	Hombre	8 (17.8%)	13 (28.9%)	.213

IMC: índice de masa corporal
*P: Significancia estadística ≤ 0.05

En relación al tipo de fractura, el resultado fue similar a la literatura ya que el tipo de fractura que predominó fue el tipo 3, que según la definición operacional describe una fractura con conminación del trocánter mayor y/o del trocánter menor con el fragmento proximal telescopado, siendo su frecuencia un 86.7% del total de las fracturas en el grupo 0 y un 80.0% del total de las fracturas del grupo 1, lo que muestra homogeneidad en nuestros pacientes. **Ver Tabla 2.**

		Tipo de Clavo		*P
		Compresión	Antirotacional	
Tipo de fractura	1	1 (2.2%)	0 (0%)	.723
	2	1 (2.2%)	2 (4.4%)	.723
	3	39 (86.7%)	36 (80.0%)	.723
	4	2 (4.4%)	4 (8.9%)	.723
	5	2 (4.4%)	3 (6.7%)	.723

*P: Significancia estadística ≤ 0.05
Fuente: elaboración propia

Con el objetivo de determinar el tipo de clavo que presenta mayores desafíos durante el procedimiento quirúrgico, se analizaron diversas variables transquirúrgicas, incluyendo el tiempo quirúrgico, el sangrado y las complicaciones. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en cuanto al tiempo quirúrgico, se observó que el grupo del clavo de compresión tuvo un promedio de 86.3 ± 34.4 minutos, mientras que el grupo del clavo antirotacional presentó un promedio de 95.0 ± 38.1 minutos. Esto representa una diferencia de medias de -8.62, con un valor de p de 0.263. En relación al sangrado, el grupo 0 reportó un total de 97.3 ± 94.9 ml, mientras que el grupo 1 reportó 88.4 ± 96.0 ml. La diferencia de medias fue de 8.88, con un valor de p de .660. Con respecto a las complicaciones, las tasas de ambos grupos fueron casi nulas. En el grupo 0, se registró un 4.4% de complicaciones, específicamente la necesidad de transfusión sanguínea. Estos resultados se presentan de manera resumida en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Variables Transquirúrgicas

	Tipo de Clavo		Diferencia de medias	*P
	Compresión	Antirotacional		
Tiempo quirúrgico	86.3 ± 34.4	95.0 ± 38.1	-8.62	.263
Sangrado	97.3 ± 94.9	88.4 ± 96.0	8.88	.660
Complicaciones	2 (4.4%)	0 (0%)		.494

*P: Significancia estadística ≤ 0.05
Fuente: elaboración propia

Al observar los eventos postquirúrgicos posteriores al procedimiento, podemos obtener una idea de cuál grupo puede ser una opción más favorable para nuestros pacientes. Sin embargo, en esta área tampoco se encontraron diferencias significativas entre los casos de infección, reintervenciones, rechazo o eventos adversos. En el grupo 0, se registró un caso de reintervención, un caso de rechazo, dos casos de efectos adversos y ningún caso de infección. Mientras tanto, en el grupo 1, se presentó un caso de reintervención, dos casos de rechazo, cuatro casos de efectos adversos y un caso de infección.

Sin embargo, se observó una significancia estadística ($p = 0.040$) en relación a los días de hospitalización. Se reportó una estancia promedio de 2.1 ± 0.8 días para el grupo que utilizó el clavo con bloqueo de compresión, en comparación con 1.6 ± 1.1 días para el grupo que utilizó el clavo con bloqueo antirotacional. Esta diferencia en los días de hospitalización fue la única variable que mostró una significancia estadística. Ver **tabla 4**.

Tabla 4: Variables Postquirúrgicas

	Tipo de Clavo		*P
	Compresión	Antirotacional	
Infección	0 (0%)	1 (2.2%)	1.000

Reintervenciones	1 (2.2%)	1 (2.2%)	1.000
Rechazo	1 (2.2%)	2 (4.4%)	1.000
Evento adverso	2 (4.4%)	4 (8.9%)	.677
Días de Hospitalización	$2.1 \pm .8$	1.6 ± 1.1	.040

*P: Significancia estadística ≤ 0.05
Fuente: elaboración propia

Al analizar las variables de seguimiento postoperatorio a mediano plazo, se encontró que las diferencias entre el grupo que utilizó el clavo de compresión y el grupo que utilizó el clavo antirotacional no fueron relevantes. En términos de seguimiento de la consolidación en semanas, el grupo 0 tuvo un promedio de 9.6 ± 2.6 semanas, mientras que el grupo 1 tuvo un promedio de 9.3 ± 3.2 semanas. La diferencia de medias entre ambos grupos fue de solo 0.31 semanas, lo cual no mostró una significancia estadística con un valor de p de 0.617.

En cuanto al tiempo transcurrido hasta que los pacientes regresaron a su función normal en días, el grupo 0 reportó un promedio de 53.9 ± 28.3 días, mientras que el grupo 1 reportó un promedio de 60.9 ± 34.7 días. La diferencia de medias entre

los dos grupos fue de -6.95 días, sin embargo, esta diferencia tampoco fue estadísticamente significativo.

En relación a la consolidación tardía, de los 90 pacientes en total, solamente 10 presentaron datos de consolidación retardada. Esto significa que hasta la semana 12 no se observaron signos claros de consolidación ósea. De esos 10 casos, 5 pertenecieron al grupo 0 (el 11.1%) y 5 al grupo 1 (también el 11.1%), lo cual muestra una distribución equitativa entre ambos grupos. Ver **tabla 5**.

Tabla 5: Variables durante el seguimiento postoperatorio

	Tipo de Clavo		Diferencia de medias	*P
	Compresión	Antirotacional		
Consolidación en semanas	9.6 ± 2.6	9.3 ± 3.2	.31	.617
Función en días	53.9 ± 28.3	60.9 ± 34.7	-6.95	.300
Consolidación tardía	5 (11.1%)	5 (11.1%)		1.00

*P: Significancia estadística ≤ 0.05
Fuente: elaboración propia

Discusión

Con el aumento en la esperanza de vida promedio de la población actual, ha habido un incremento en el número de casos de fractura transtrocanterica de fémur proximal. A su vez, se ha observado una mayor diversidad en los materiales de osteosíntesis utilizados para fijar estas fracturas, incluyendo los clavos de reconstrucción cortos para fémur proximal. En este estudio de cohortes históricas, nos propusimos comparar dos sistemas: un clavo de reconstrucción con bloqueos proximales de compresión interbloqueados y un clavo de reconstrucción con bloqueos proximales antirotacionales. Es importante destacar que no se encontró en la literatura ningún estudio previo, ya sea a nivel local o nacional, que haya realizado esta comparación.

En la literatura internacional, se han realizado estudios con el objetivo de determinar cuál de los dos sistemas de fijación con clavos de reconstrucción presenta un menor número de complicaciones en el postoperatorio y ofrece mejores resultados en términos de evolución clínica y radiográfica. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Seung-Hoon Baek y sus colegas en 2020, en el cual compararon dos sistemas de fijación y obtuvieron resultados similares a los obtenidos en nuestro trabajo para las variables que ambos estudios tenían en común. El estudio de Baek et al. incluyó a 158 pacientes divididos en dos grupos, con una edad promedio de 76.6 ± 7.3 años para el primer grupo y 74.9 ± 7.2 años para el segundo grupo. Estas edades son similares a las edades promedio de 84.9 ± 9.4 años y 77.5 ± 15.0 años que obtuvimos en nuestro estudio. En el estudio de Baek et al., se obtuvieron valores de p de 0.473 para

infecciones, 0.279 para rechazo y 0.279 para eventos adversos. Por otro lado, en nuestro estudio, encontramos valores de p de 1.000, 1.000 y 0.677 respectivamente para los mismos rubros. Ambos estudios llegaron a la misma conclusión de que no hay una diferencia significativa en términos de utilizar uno u otro sistema [9].

En 2020 Wei Liu y colaboradores llevaron a cabo un metaanálisis en el que comparan la evolución clínica de los pacientes operados con los mismos dos sistemas que se comparan en nuestro estudio, para dilucidar cuál de ambos sistemas resulta con mayores ventajas tanto técnicas para el cirujano como clínicas para el paciente, no encontraron diferencia significativa en cuanto al sangrado, tiempo de consolidación, o tasa de infección (de las variables que nosotros medimos) lo único relevante fue que ellos no encontraron diferencia en el tiempo de estancia intrahospitalaria, mientras que en nuestro trabajo, si observamos que el clavo de bloqueos de compresión nos dio una significancia de .004 al reportar mayor tiempo de estancia intrahospitalaria con respecto a los pacientes operados con el clavo de bloqueos antirotacionales [10].

Por las características de la fractura y de su prevalencia en la población podemos decir que los grupos de pacientes revisados presentaron homogeneidad y que después del análisis de la información recolectada de las variables de nuestros 90 pacientes y la comparación de ambos grupos, no se encontraron resultados que soporten que existe diferencia significativa en la utilización de uno u otro sistema de reconstrucción, ni en cuanto a las variables transquirúrgicas, las postquirúrgicas ni el seguimiento a mediano plazo concordando la información con la literatura internacional.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los reportados en la literatura internacional. Al no encontrarse diferencias significativas en la comparación realizada, se concluye que ambos sistemas tienen una gran tasa de satisfacción, tanto para el paciente con su resultado funcional y su evolución, como para el cirujano al llevar a cabo el procedimiento quirúrgico, por lo que pueden ser utilizados indistintamente ya que ninguno de los dos sistemas demostró ser superior al otro.

Conflicto de Intereses

“Los autores expresan que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito”.

Bibliografía

- [1] P. Catania, D. Passaretti, G. Montemurro, S. Ripanti, S. Carbone, V. Candela, M. Carnovale y S. & F. Gumina, «Intramedullary nailing for pertrochanteric fractures of proximal femur: A consecutive series of 323 patients treated with two devices.,» *Journal of orthopedic surgery and research*, vol. I, nº 14, pp. 1-7, 2019.
- [2] G. Chan, K. Hughes, A. Barakat, K. Edres, A. da, P. P. R y E. & Dawe, «Inter and intra observer reliability of the new AO/OTA classification of proximal femur fractures,» vol. 6, nº 52, pp. 1434-1437, 2021.
- [3] J. Urrutia, T. Zamora, P. Besa, M. Zamora y D. & K. I. Schweitzer, «Inter and intra-observer agreement evaluation of the AO and the Tronzo classification systems of fractures of the trochanteric area,» vol. 6, nº 46, pp. 1054-1058, 2015.
- [4] T. Klatte, M. Schneider, M. Citak, P. Oloughlin, M. Gebauer, M. Rueger y T. & K. D. Gehrke, «Infection rates in patients undergoing primary knee arthroplasty with pre-existing orthopaedic fixation-devices.,» vol. 20, nº 3, pp. 177-180, 2013.
- [5] A. Thakur, J. Singh y M. & C. D. R. Lal, «Antegrade unreamed locked intramedullary nailing in open fractures of shaft of humerus,» *Journal of clinical and diagnostic research*, vol. 10, nº 9, 2016.
- [6] Z. h. Wang, K. Li y L. H. & W. X. nan, «A comparative study of intramedullary nail strengthened with auxiliary locking plate or steel wire in the treatment of unstable trochanteric fracture of femur,» *Ortopedia surgery*, vol. 1, nº 12, pp. 108-115, 2020.
- [7] A. Calderón, T. Ramos, F. Vilchez, O. Mendoza-Lemus, V. Peña y E. & A.-O. C. Cardenas-Estrada, «Comparación del clavo intramedular femoral proximal (PFN) versus placa DHS para el tratamiento de fracturas intertrocantericas.,» *Ortopedia Mexicana*, vol. 27, nº 4, 2013.
- [8] A. Aguilar, A. Levy, A. Torres y O. & Ochoa, «Factores Asociados a fallo en la osteosíntesis de fracturas transtrocantericas.,» de *Ortopedia Mexicana* , vol. 31, 2017. <https://www.researchgate.net/publication/290576733>
- [9] Baek, S. H., Baek, S., Won, H., Yoon, J. W., Jung, C. H., & Kim, S. Y. (2020). Does proximal femoral nail antirotation achieve better outcome than previous-generation proximal femoral nail? *World Journal of Orthopedics*, 11(11), 483–491. <https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i11.483>
- [10] Liu, W., Liu, J., & Ji, G. (2020). Comparison of clinical outcomes with proximal femoral nail anti-rotation

versus InterTAN nail for intertrochanteric femoral fractures: a meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 15(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1186/s13018-020-02031-8>