

Gustavo Inzunza-Cervantes^{1a}, Erick Alfonso García-Fajardo^{1b}, Francisco Antonio Martínez-Hernández^{1c}, Verónica Zazueta-Armenta^{1d}, Jesús Omar Hernández-Marquez^{1e}, Juan Ramón Herrera-Gavilanes^{1f}

Resumen

Introducción: las lesiones coronarias calcificadas complejas son un hallazgo frecuente durante el intervencionismo coronario percutáneo, han representado durante décadas un desafío y limitante en pacientes con indicación de revascularización, debido a resultados angiográficos subóptimos, alta incidencia de complicaciones perioperatorias y eventos adversos a largo plazo a pesar de las múltiples estrategias empleadas, como el uso de balones de corte, balones de alta presión o la aterectomía rotacional u orbital, intervenciones con limitantes que han dificultado su uso rutinario. Recientemente, una nueva técnica de modificación de placa conocida como litotricia intravascular coronaria ha irrumpido en el tratamiento de esta compleja entidad, la cual consiste en la utilización de un balón especialmente modificado para la emisión de energía mecánica pulsátil (ondas de presión sónicas) que permite modificar la placa calcificada.

Caso clínico: mediante la presentación de una serie de casos clínico y revisión de literatura se presenta nuestra experiencia inicial, se resume y discuten elementos claves en el entendimiento de esta nueva técnica de intervencionismo necesarios para la toma de decisiones.

Conclusión: la litotricia intravascular coronaria se proyecta como una técnica prometedora para la modificación y preparación de lesiones coronarias calcificadas superficiales y profundas, mediante microfracturas que permiten la aposición y expansión efectiva del *stent*; estrategia que de acuerdo con diferentes ensayos (serie Disrupt CAD, ensayo SOLSTICE) y registros presenta una eficacia alta y buen perfil de seguridad, datos concordantes con nuestra experiencia inicial.

Abstract

Background: Complex calcified coronary lesions are a frequent finding during percutaneous coronary intervention, representing for decades a challenge and limitation in patients with indication of revascularization, due to suboptimal angiographic results, high incidence of perioperative complications and long-term adverse events despite the multiple strategies employed, such as the use of cutting balloon, high-pressure balloons or rotational or orbital atherectomy, interventions with limitations that have hindered its routine use, recently a new plaque modification technique known as coronary intravascular lithotripsy has burst into the treatment of this complex entity, which consists in the use of a specially modified balloon for the emission of pulsatile mechanical energy (sonic pressure waves) that allows modifying the calcified plate:

Clinical case: By presenting a series of clinical cases and reviewing the literature, our initial experience is presented, key elements are summarized and discussed in the understanding of this new intervention technique necessary for decision making.

Conclusion: Coronary intravascular lithotripsy is projected as a promising technique for the modification and preparation of superficial and deep calcified coronary lesions, through microfractures that allow the apposition and effective expansion of the stent, strategy that according to different trials (Disrupt CAD series, SOLSTICE assay) and records presents a high efficiency and good safety profile, data consistent with our initial experience.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Noroeste, Hospital de Especialidades No. 2 "Luis Donaldo Colosio Murrieta", Servicio de Cardiología, Grupo de Investigación Cardiovascular. Ciudad Obregón, Sonora, México

ORCID: [0000-0002-0038-6068^a](#), [0000-0001-9820-3161^b](#), [0009-0004-0042-6826^c](#), [0000-0002-1152-6521^d](#), [0000-0001-8881-1075^e](#), [0000-0002-1318-7455^f](#)

Palabras clave
Litotricia
Enfermedad Coronaria
Aterosclerosis
Calcificación Vascular

Keywords
Lithotripsy
Coronary Disease
Atherosclerosis
Vascular Calcification

Fecha de recibido: 04/05/2023

Fecha de aceptado: 05/06/2023

Comunicación con:

Gustavo Inzunza Cervantes
✉ gusinzunza@live.com.mx
☎ 66 7191 9895

Cómo citar este artículo: Inzunza-Cervantes G, García-Fajardo EA, Martínez-Hernández FA *et al.* Litotricia coronaria en lesiones calcificadas: fragmentando el calcio. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61(6):888-94. doi: 10.5281/zenodo.10064745

En la actualidad, durante el intervencionismo coronario percutáneo (ICP) es común el hallazgo de lesiones coronarias calcificadas complejas, consideradas durante décadas un desafío y limitante en pacientes con indicación de revascularización, debido a resultados angiográficos subóptimos, alta incidencia de complicaciones perioperatorias y eventos adversos, a pesar de las múltiples estrategias modificadoras de placa desarrolladas e intervenciones con limitantes que han dificultado su uso rutinario.^{1,2,3}

Recientemente una nueva técnica de modificación de placa ha irrumpido en el tratamiento de estas lesiones coronarias calcificadas conocida como *litotricia intravascular coronaria* (LIC), o también llamada litoplastia coronaria, la cual consiste en la utilización de un balón especialmente modificado para la emisión de energía mecánica pulsátil (ondas de presión sónicas) que permite modificar la placa calcificada. Esta nueva técnica, de acuerdo con estudios y registros recientes, presenta una alta tasa de éxito, con pocas complicaciones y eventos adversos^{4,5} (figura 1).

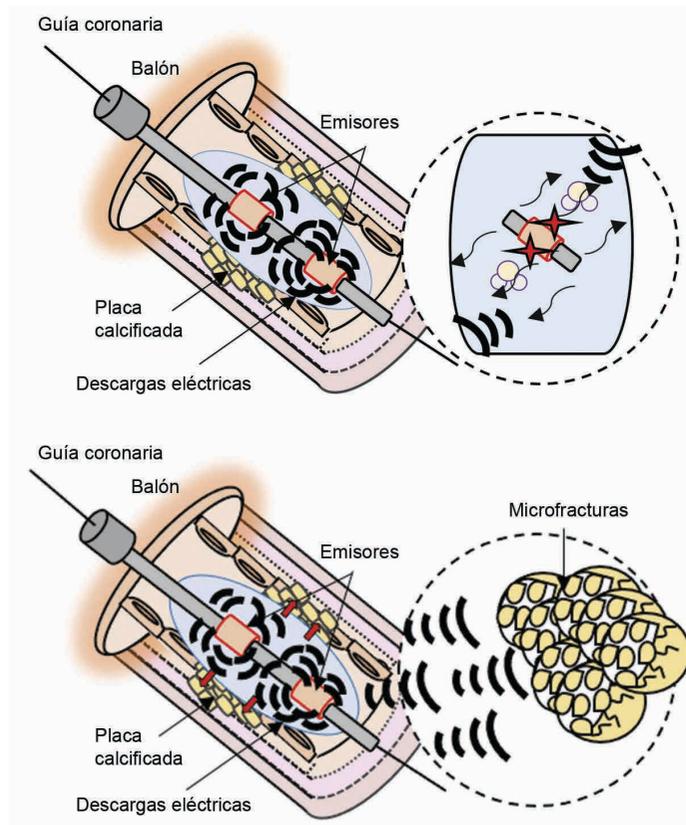
A continuación, mediante una serie de casos de pacientes con lesiones coronarias calcificadas complejas, presen-

tamos nuestra experiencia inicial con la LIC. Se resumen y discuten elementos claves en el entendimiento de esta nueva técnica de intervencionismo necesarios para la toma de decisiones.

Casos clínicos

Caso clínico 1. Paciente mujer de 84 años, con antecedente de hipertensión arterial sistémica, sin historia cardiovascular previa. Ingresó en el contexto de angina inestable de alto riesgo, su angiografía coronaria evidenciaba enfermedad arterial coronaria calcificada multivaso con involucro del tronco coronario izquierdo ostial. En la sesión médicoquirúrgica se aceptó para ICP de tronco coronario izquierdo a arteria descendente anterior. La imagen intracoronaria con ultrasonido intravascular evidenció placa calcificada con arco $> 180^\circ$ y longitud mayor de 5 mm, por lo que se realiza LIC con balón *shockwave* 3.5 x 12 mm a arteria descendente anterior proximal a tronco coronario izquierdo, dando 7 ciclos de 10 pulsos con adecuado precondicionamiento y posterior angioplastia con *stent* (endoprótesis vascular) exitosa (cuadro I).

Figura 1 Mecanismo de acción de litotricia intracoronaria en lesiones coronarias calcificadas



A) Conversión de la energía eléctrica en pulsos de presión acústica. La energía eléctrica vaporiza el líquido dentro del globo creando una burbuja que se expande y colapsa generando ondas de presión sónicas pulsátiles equivalentes a 50 ATM

B) Los pulsos de presión acústica generan energía mecánica que se trasmite a la placa de calcio creando agrietamiento y múltiples microfracturas

Esquema representativo del mecanismo de acción litotricia intravascular: preparación de lesiones calcificadas superficiales y profundas, mediante el uso de pulsos mecánicos de alta energía, emitidos por un balón semidistensible que agrieta y microfragmenta el calcio coronario

Caso clínico 2. Paciente hombre de 81 años, con antecedentes de hipertensión arterial sistémica, dislipidemia, vida sedentaria. Ingresó en contexto de síndrome coronario crónico, estratificado con prueba de esfuerzo positiva isquemia de alto riesgo, coronariografía con enfermedad arterial coronaria calcificada multivaso con involucro de tronco coronario izquierdo; en sesión medico quirúrgica es aceptado para ICP arteria coronaria derecha, tronco coronario izquierdo a arteria descendente anterior y circunfleja en dos tiempos: se realiza imagen intracoronaria con tomografía de coherencia óptica identificando imagen de placa calcificada con arco 360°, grosor de 0.7mm y longitud mayor de 5mm, optándose por litotricia intravascular coronaria con balón *shockwave* de arteria coronaria derecha distal a ostial, dando 8 ciclos de 10 pulsos, con adecuada ganancia luminal, posterior implante de *stent* sierra 3.0 x 38 mm de distal a proximal exitoso, dejando para segundo tiempo las lesiones coronarias del sistema izquierdo (figura 2).

Discusión

En pacientes con calcificación arterial coronaria grave e indicación de revascularización, el intervencionismo coro-

nario percutáneo es complejo debido a la dificultad en el paso de los dispositivos, y una vez avanzados las dilataciones no efectivas durante la predilatación o al implantar el *stent*, conllevando a resultados subóptimos, como la infraexpansión, falta de aposición del *stent*, la delaminación del fármaco y el polímero de los *stents*, la alteración de la cinética de elución y la administración del fármaco; fenómenos que se relacionan con un incremento en el riesgo de re-estenosis y trombosis.^{2,6,7}

Durante los últimos años se han utilizado diversas técnicas dirigidas a modificar estas placas calcificadas antes del implante del *stent*: balones no complacientes, balones de corte, reducción de volumen de placa (*debulking*), como la aterectomía rotacional, la aterectomía orbital o la aterectomía coronaria con láser; técnicas con efectividad y seguridad cuestionables, asociadas a riesgos altos de disección coronaria y perforación.^{1,8}

De acuerdo con diferentes series, la presencia de LCC ha incrementado, llegando a representar del 25 al 30% de todos los procedimientos de ICP, fenómeno asociado a una mayor esperanza de vida e incremento de comorbilidades cronicodegenerativas.^{9,10}

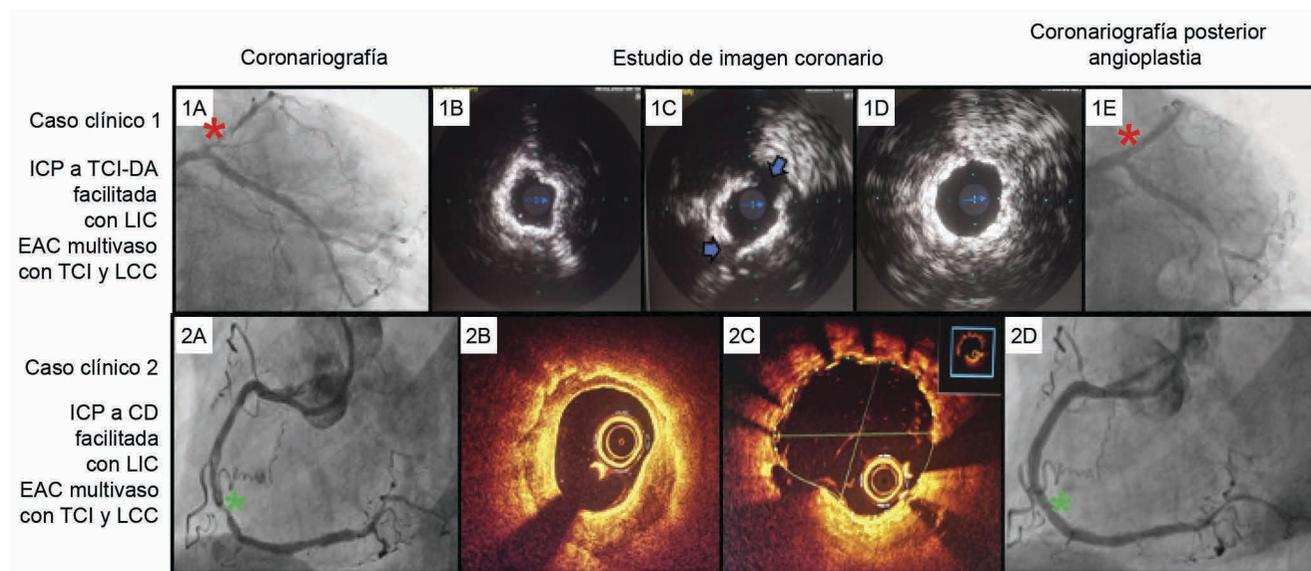
Cuadro I Casos clínicos de litotricia intracoronaria

	Caso 1	Caso 2
Arteria intervenida	TCI ostial a DA proximal	CD distal a proximal
Contexto clínico	SICA SEST Angina inestable	SCC
Estudio de imagen intracoronario	IVUS	OCT
Características de la lesión	LCC con arco > 180° y longitud mayor de 5 mm	LCC con arco 360°, grosor de 0.7 mm y longitud mayor de 5 mm
Cantidad contraste	90 mL	120 mL
Ganancia luminal (área)	1.8 mm ²	4 mm ²
Numero de ciclos	7 ciclos de 10 pulsos	8 ciclos de 10 pulsos
Numero de <i>stent</i>	<i>Stent</i> onyx 3.5 x 38 mm	<i>Stent</i> sierra 3.0 x 38 mm y <i>stent</i> sierra 3.5 x 33 mm
Resultado angiográfico	Exitoso	Exitoso
Mortalidad	No	No
Disecciones	No	No
Perforaciones	No	No
Infarto del miocardio	No	No
EVC	No	No
Trombosis del <i>stent</i> a 30 días	No	No

Resumen de las principales características de los pacientes sometido a litotricia intracoronaria, contexto clínico, características anatómicas de las lesiones calcificadas, estudio de imagen coronario utilizado y resultados obtenidos

IVUS: ecografía intravascular; OCT: tomografía de coherencia óptica; EAC: enfermedad arterial coronaria; TCI: tronco coronario izquierdo; LCC: lesiones coronarias complejas; LIC: litotricia intracoronaria; DA: descendente anterior; CD: coronaria derecha; CX: circunfleja; SICA: síndrome coronario agudo; SEST: sin elevación del segmento ST; EVC: enfermedad vascular cerebral; SCC: síndrome coronario crónico

Figura 2 Caracterización por angiografía coronaria, tomografía de coherencia óptica y ultrasonido intravascular de las lesiones calcificadas y los efectos de la litotricia coronaria de los casos clínicos



1A Angiografía coronaria obsérvese lesión calcificada desde segmento medio de la arteria descendente anterior hasta tronco coronario izquierdo y lesión significativa en ramo posterolateral de la arteria circunfleja. **1B** IVUS evidencia a nivel de la DA proximal lesión calcificada de > 180° y longitud mayor de 5 mm. **1C** calcio fracturado en las posiciones de la 1 y las 7 en punto del reloj tras tratamiento con LIC. **1D** IVUS posterior implante de *stent*. **1E** angiografía coronaria después de la colocación de *stent* buena expansión y aposición del *stent*. **2A** Angiografía coronaria arteria coronaria derecha con lesión calcificada desde segmento medio. **2B** OCT que muestran calcificación grave de 360°, grosor de 0.7 mm y longitud mayor de 5 mm. **2C** OCT posterior a colocación de *stent* confirma la expansión óptima del *stent*. **2D** Angiografía posterior a angioplastia

IVUS: ecografía intravascular; OCT: tomografía de coherencia óptica; EAC: enfermedad arterial coronaria; LIC: litotricia intracoronaria; TCI: tronco coronario izquierdo; CD: coronaria derecha; DA: descendente anterior

Los casos presentados ejemplifican adecuadamente el concepto de LCC al presentar lesiones con un ángulo de calcio > 180, espesor > 0.5 mm y longitud > 5 mm. En este sentido, el procedimiento de LIC está indicado para precondicionar/modificar las lesiones con el objetivo de facilitar el acceso a la lesión y permitir la completa expansión de la luz vascular, evitando la falla en la colocación del *stent* o su subexpansión.^{1,11}

El dispositivo LIC consiste en un balón semidistensible con varios emisores que convierten la energía eléctrica en pulsos de presión acústica. Una descarga eléctrica en los emisores del balón vaporiza el líquido dentro del globo, creando una burbuja que se expande y colapsa, generando ondas de presión sónicas pulsátiles equivalentes a 50 atmósferas, que viajan a través de la pared del vaso, actuando selectivamente sobre tejidos rígidos (calcificados) de las capas íntima y media de la pared vascular, rompiéndolos hasta un nivel subendotelial sin dañar el tejido blando endovascular, mediante el agrietamiento y múltiples microfracturas de calcio intraplaca, lo cual modifica circunferencialmente el calcio vascular y la distensibilidad vascular,

facilitando la expansión del *stent*, siendo importante recalcar que el calcio se fractura, pero no se fragmenta, por lo que no se produce embolización.^{12,13,14}

Diversas series y estudios como los ensayos seriales *Disrupt CAD I, II, III* y *IV* ofrecen resultados prometedores y respaldan la factibilidad, seguridad y eficacia de la ICP asistida por LIC en el tratamiento de LCC.^{15,16}

El ensayo *Disrupt CAD I* fue un estudio europeo piloto de 60 pacientes que evaluó por primera vez la seguridad y eficacia de la LIC en LCC (eficacia 95%): El estudio *Disrupt CAD II* fue un registro multicéntrico europeo de 120 pacientes que analizó la seguridad y factibilidad del sistema LIC previo al implante de *stent*, mostrando una eficacia en el éxito clínico del 94% y éxito angiográfico del 100%, sin complicaciones.¹² El *Disrupt CAD III* fue un estudio multicéntrico de un solo brazo de 431 pacientes realizado en los Estados Unidos de América para obtener la aprobación de la *Food and Drug Administration*, que demostró una tasa de éxito del procedimiento del 92.4% con bajas tasas de eventos cardiovasculares mayores (7.8%).¹⁷ El estudio *Disrupt*

CAD IV, que se realizó en 64 pacientes japoneses, evidenció una eficacia mayor al 98% de LIC en la preparación de LCC antes de la implantación del *stent*, con bajas tasas de eventos cardiovasculares mayores.¹⁸ Actualmente, se lleva a cabo el estudio *The Clinical Trial of the Shockwave Coronary IVL System Used to Treat Calcified Coronary Arteries (SOLSTICE)*, el cual evalúa LIC en LCC de una población china que, en resultados iniciales a 180 días, revela un alto éxito del procedimiento (eficacia del 95%) y pocas complicaciones angiográficas (0%)¹⁹ (cuadro II).

La técnica LIC es una técnica que apenas difiere de la angioplastia con balón convencional, por lo que no es necesaria una formación específica o guías de angioplastia específicas. El balón se introduce en el sistema arterial coronario sobre una guía estándar de 0.014» hasta llegar a la lesión calcificada. Una vez colocado el balón en la posición adecuada se infla a 4 presiones atmosféricas y se hace avanzar a través de la placa objetivo y se administran

10 pulsos en secuencia a una frecuencia de 1 pulso/s para un máximo de 80 pulsos por catéter, con intervalo de deflación para permitir la perfusión distal y superposición de segmentos calcificados. La implantación del *stent* posterior y la optimización se realizan según el estándar de atención local.²⁰

Durante la realización de este procedimiento las imágenes intravasculares, como lo evidenciado en los casos previos, juegan un papel invaluable debido a que la angiografía coronaria, a menudo, subestima la presencia de calcio y no permite evaluar su disposición ni la profundidad en la placa coronaria, siendo los estudios de imagen de uso el ultrasonido intravascular o tomografía de coherencia óptica, permitiendo la selección precisa del tamaño del balón, la evaluación de la morfología del calcio, la localización de fracturas de calcio, la definición de la densidad, profundidad y extensión circunferencial del calcio, así como la evaluación exitosa del procedimiento.^{21,22}

Cuadro II Descripción de los principales ensayos clínicos de litotricia intracoronaria

	Disrupt CAD I	Disrupt CAD II	Disrupt CAD III	Cohorte Cubero <i>et al.</i>	Disrupt CAD IV "Japón"
Intervención	LCC	LCC	LCC	LCC	LCC
Fecha reclutamiento	2015 a 2016	2018 a 2019	2019 a 2020	2018 a 2019	2019 a 2020
Fecha de publicación	2019	2019	2020	2020	2020
Muestra	60	120	384	57	64
Objetivo primario	Viabilidad y seguridad	Eficacia y seguridad	Eficacia y seguridad	Seguridad y eficacia	Seguridad y eficacia población japonesa
Criterios inclusión	<ul style="list-style-type: none"> Candidato a ICP LCC con estenosis $\geq 50\%$ del diámetro Longitud de la lesión 32 mm 	<ul style="list-style-type: none"> SCC o SICA SEST candidato a ICP LCC con estenosis $\geq 50\%$ del diámetro Longitud de la lesión 32 mm 	<ul style="list-style-type: none"> SCC o SICA SEST candidato a ICP LCC con estenosis $\geq 50\%$ del diámetro Longitud de la lesión 40 mm Diámetro del vaso ≥ 2.5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> SCC candidato a ICP LCC con estenosis $\geq 50\%$ del diámetro Diámetro del vaso ≥ 2.5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> Población japonesa SCC candidato a ICP LCC con estenosis $\geq 50\%$ del diámetro Longitud de la lesión 40 mm
Grupos	Brazo único	Brazo único	Brazo único	Registro	Brazo único
Resultados eficacia	Eficacia: 95% Ganancia luminal 1.7 \pm 0.4 mm	Eficacia: 94% Ganancia luminal 1.6 \pm 0.49 mm	Eficacia: 92.4% Ganancia luminal 1.7 \pm 0.48 mm	Eficacia: 98% Ganancia luminal 1.61 \pm 0.55	Eficacia: 98.4% Ganancia luminal 1.42 \pm 0.42 mm
Resultado seguridad:	Mortalidad: 0% Perforación: 0% Disección: 0% MACE: 8.3%	Mortalidad: 0.8% Perforación: 0% Disección: 1.6% MACE: 5.9%	Mortalidad: 0.3% Perforación: 0.3% Disección: 0.3% MACE: 7.8%	Mortalidad: 0% EVC: 0% Perforación: 0% Disección: 3.5%	Mortalidad: 0.6% Perforaciones: 0% Disecciones: 0% MACE: 7.8%
Consideraciones	LIC es factible con un éxito inicial favorable y bajas tasas de complicaciones	LIC es una intervención segura y eficaz	LIC es una intervención segura y eficaz	LIC es una intervención factible, segura y eficacia en el tratamiento de LCC	LCC demostró un alto éxito del procedimiento con bajas tasas de MACE en población japonesa

Principal evidencia del uso de litotricia intracoronaria en el manejo de lesiones calcificadas, resumen de ensayos clínicos

LCC: lesiones coronarias complejas; LIC: litotricia intracoronaria; NC: no complaciente; IVUS: ecografía intravascular; OCT: tomografía de coherencia óptica; MACE: eventos cardiovasculares adversos mayores

Éxito del procedimiento, (colocación de *stent* con estenosis residual central evaluada en laboratorio $< 50\%$ y ausencia de MACE intrahospitalarios)

Conclusiones

El abordaje y tratamiento de las lesiones coronaria calcificadas complejas es una entidad desafiante; su enfoque ha cursado por múltiples estrategias terapéuticas, siendo actualmente una de las más prometedoras, eficaces y seguras la litotricia intravascular coronaria, intervención que permite la modificación y preparación de lesiones calcificadas superficiales y profundas, mediante el uso de pulsos mecánicos de alta energía, emitidos por un balón semidisensible que agrieta y microfragmenta el calcio coronario, asegurando un despliegue efectivo del *stent*, respetando los tejidos blandos.

De acuerdo con ensayos clínicos y registros contemporáneos este procedimiento presenta una alta tasa de éxito, pocas complicaciones y pocos eventos adversos cardiovasculares mayores. Sin embargo, se requieren ensayos clínicos aleatorizados y más datos para establecer sus indicaciones y sus beneficios, que le permitan convertirse en un enfoque estándar para lesiones coronarias calcificadas, debido a su fácil aprendizaje y simple uso (cuadro III).

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Cuadro III Ejemplo de casos internacionales de litotricia coronaria en lesiones calcificadas (se hace notar la ausencia de casos nacionales)^{6,8,23,24,25,26,27}

Autor	País	Año	Sexo	Edad	Breve descripción
De Silva <i>et al.</i>	Reino Unido	2017	1 caso (masc)	69 años	ICP facilitada por LIC exitosa en LCC con inadecuada expansión previa
Ali <i>et al.</i>	Nueva York, EUA	2018	1 caso (masc)	73 años	Caso exitoso de LIC para el tratamiento de la infraexpansión del <i>stent</i> secundaria a LCC
Rodríguez <i>et al.</i>	España	2018	3 casos (masc, masc y fem)	73, 63 y 81 años	Experiencia inicial exitosa en uso de LIC en LCC, sin complicaciones
García Labbé <i>et al.</i>	Canadá	2019	3 casos	Omitida	Experiencia inicial del Hospital General de Toronto, Canadá, del uso de LIC en LCC. Procedimiento exitoso, tres casos sin eventos adversos
Hameau <i>et al.</i>	Chile	2020	2 casos (género omitido)	69 y 61 años	Angioplastias exitosas facilitadas con LIC sin complicaciones peri-procedimientos (arterias coronarias DA y CD)
Doost <i>et al.</i>	Australia	2022	40 pacientes (70% masc)	Media: 72 años	Primera experiencia australiana con el tratamiento LCC con LIC. Éxito angiográfico del 92%, complicaciones peri-procedimiento del 5%
Pradhan <i>et al.</i>	India	2022	2 casos (masc y fem)	57 y 58 años	Reporte dos casos de LCC manejados con éxito con LIC (arteria DA y DA)

Descripción de los principales reportes de casos internacionales de litotricia coronaria en lesiones calcificadas, durante la búsqueda no se registraron casos nacionales

EUA: Estados Unidos de Norteamérica; CD: coronaria derecha; DA: descendente anterior; LCC: lesiones coronarias complejas; LIC: litotricia intracoronaria; Masc: masculino; Fem: femenino

Referencias

- Vilalta-del Olmo V, Rodríguez-Leor O, Redondo A, et al. Litotricia intracoronaria en pacientes de la vida real: primera experiencia en lesiones complejas y gravemente calcificadas. *REC Interv Cardiol.* 2021;2(2):76-81. doi: 10.24875/RECIC.M19000092.
- Aksoy A, Salazar C, Becher MU, et al. Intravascular Lithotripsy in Calcified Coronary Lesions: A Prospective, Observational, Multicenter Registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019;12(11):e008154. doi: 10.1161/CIRCINTERVENCIONES.119.008154
- Fitzgerald S, Gimenez MR, Allali A, et al. Sex-specific Inequalities in the Treatment of Severely Calcified Coronary Lesions: A Sub-analysis of the PREPARE-CALC Trial. *Interv Cardiol.* 2023;(18):e02. doi: 10.15420/icr.2022.07.
- Morales-Ponce FJ, Blasco-Turrión S, Casquero-Domínguez S, et al. Litotricia coronaria en lesión aortoostial gravemente calcificada no dilatada con balón de corte. *Rev Esp Cardiol.* 2020;73(2):173-5. doi: 10.1016/j.recesp.2019.07.003.
- Jazar DA, Thakker R, Salehin S, et al. Use of Coronary Intra-

- vascular Lithotripsy: A Comprehensive Review of Literature. *Curr Probl Cardiol* 2022;47(11):101076. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2021.101076.
6. Hameau R, Muñoz R, Winter JL, et al. Uso de la litotripsia intracoronaria en el manejo de lesiones calcificadas: reporte de dos casos. *Rev Chil Cardiol*. 2020;39(1):34-8. doi: 10.4067/S0718-85602020000100034.
 7. González-García A, Jiménez-Valero S, Galeote G, et al. "RotaTripsy": Combination of Rotational Atherectomy and Intravascular Lithotripsy in Heavily Calcified Coronary Lesions: A Case Series. *Cardiovasc Revasc Med*. 2022;35:179-84. doi: 10.1016/j.carrev.2021.04.011.
 8. Pradhan A, Vishwakarma P, Bhandari M, et al. Intravascular lithotripsy for coronary calcium: A case report and review of the literature. *World J Cardiol*. 2022;14(9):496-507. doi: 10.4330/wjcv.14.i9.496.
 9. Kassimis G, Didagelos M, De Maria GL, et al. Shockwave Intravascular Lithotripsy for the Treatment of Severe Vascular Calcification. *Angiology*. 2020;71(8):677-88. doi: 10.1177/0003319720932455.
 10. Gardiner R, Muradagha H, Kiernan TJ. Intravascular lithotripsy during percutaneous coronary intervention: current concepts. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2022;20(4):323-38. doi: 10.1080/14779072.2022.2069561.
 11. Burke L, Graham JJ. Percutaneous management of calcified coronary arteries - review of atherectomy and lithotripsy devices and why it is important. *Curr Opin Cardiol*. 2021;36(5):630-6. doi: 10.1097/HCO.0000000000000871.
 12. Ali ZA, Nef H, Escaned J, et al. Safety and Effectiveness of Coronary Intravascular Lithotripsy for Treatment of Severely Calcified Coronary Stenoses: The Disrupt CAD II Study. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(10):e008434. doi: 10.1161/CIRCINTERVENCIONES.119.008434.
 13. Palazuelos J. Ha surgido una nueva técnica para el tratamiento de lesiones calcificadas. *REC Interv Cardiol*. 2020;2(2):69-70. doi: 10.24875/RECIC.M19000088
 14. Wong B, El-Jack S, Newcombe R, et al. Shockwave intravascular lithotripsy for calcified coronary lesions: First real-world experience. *J Invasive Cardiol*. 2019;31(3):46-8.
 15. Bhogal S, Hashim H, Waksman R. El auge de la litotricia intravascular coronaria. *Rev Argent Cardioangiol Interv*. 2022;13(2):68-72. doi: 10.30567/RACI/202202/0068-0072.
 16. Liang B, Gu N. Evaluation of the Safety and Efficacy of Coronary Intravascular Lithotripsy for Treatment of Severely Calcified Coronary Stenoses: Evidence From the Serial Disrupt CAD Trials. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:724481. doi: 10.3389/fcvm.2021.724481 .
 17. Hill JM, Kereiakes DJ, Shlofmitz RA, et al. Intravascular Lithotripsy for Treatment of Severely Calcified Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(22):2635-46. doi: 10.1016/j.jacc.2020.09.603.
 18. Saito S, Yamazaki S, Takahashi A, et al. Intravascular lithotripsy for vessel preparation in severely calcified coronary arteries prior to stent placement — Primary outcomes from the Japanese disrupt CAD IV study. *Circ J*. 2021;85(6):826-33. doi: 10.1253/circj.CJ-20-1174.
 19. Tian F, Zhou SS, Liu JH, et al. Treatment of severely calcified coronary artery disease by intravascular lithotripsy primary outcomes and 180-day follow-up from the Chinese SOLSTICE Trial. *J Geriatr Cardiol*. 2023;20(1):32-9. doi: 10.26599/1671-5411.2023.01.005.
 20. Honton B, Monsegu J. Best Practice in Intravascular Lithotripsy. *Interv Cardiol*. 2022;17:e02. doi: 10.15420/icr.2021.14.
 21. Urbano-Carrillo CA, Muñoz-Jiménez LD, Cano-García M. Coronary lithoplasty: applying a pulse to calcified lesions. *Rev Esp Cardiol (Eng Ed)*. 2020;73(12):978-80. doi: 10.1016/j.rec.2020.05.041.
 22. Ali ZA, Brinton TJ, Hill JM, et al. Optical Coherence Tomography Characterization of Coronary Lithoplasty for Treatment of Calcified Lesions: First Description. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017;10(8):897-906. doi: 10.1016/j.jcmg.2017.05.012
 23. De Silva K, Roy J, Webb I, et al. A Calcific, Undilatable Stenosis: Lithoplasty, a New Tool in the Box?. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10(3):304-6. doi: 10.1016/j.jcin.2016.11.048.
 24. Ali ZA, McEntegart M, Hill JM, et al. Intravascular lithotripsy for treatment of stent underexpansion secondary to severe coronary calcification. *Eur Heart J*. 2020;41(3): 485-6. doi: 10.1093/eurheartj/ehy747.
 25. Rodríguez-Castoya I, Tizón-Marcos H, Vaquerizo-Montilla B, et al. Coronary Lithoplasty: Initial Experience in Coronary Calcified Lesions. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2019;72(9):788-90. doi: 10.1016/j.rec.2018.11.017.
 26. Garcia-Labbé D, Dzavik V, Overgaard C. A retrospective case report series for the use of intracoronary lithotripsy therapy in very calcified arteries, a first Canadian Experience at the Toronto General Hospital. *Can J Cardiol*. 2019;35(10):S143-4. doi: 10.1016/j.cjca.2019.07.562.
 27. Doost A, Marangou J, Mabote T, et al. Early Australian experience with intravascular lithotripsy treatment of severe calcific coronary stenosis: IVL in acute/chronic coronary syndromes. *AsiaIntervention*. 2022;8(1):42-9. doi: 10.4244/AIJ-D-21-00041.