

Nanofractura en las lesiones de cartílago

Nanofracture in cartilage lesions

Alejandro Alvarez López^{1,2*} <https://orcid.org/0000-0001-8169-2704>

Valentina Valdebenito Aceitón³ <https://orcid.org/0000-0002-8357-8830>

Sergio Ricardo Soto Carrasco³ <https://orcid.org/0000-0002-8737-1706>

Yenima de la Caridad García Lorenzo^{1,2} <https://orcid.org/0000-0002-3327-4548>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Cuba.

²Hospital Pediátrico Provincial “Dr. Eduardo Agramonte Piña”. Camagüey, Cuba.

³Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Medicina. Concepción, Chile.

*Autor para la correspondencia: aal.cmw@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Las lesiones de los cartílagos de la rodilla resultan frecuentes y obedecen a múltiples causas. El tratamiento se considera desafiante debido al pobre potencial de reparación de las células de este tejido. Las nanofracturas constituyen técnicas quirúrgicas que estimulan la cicatrización.

Objetivo: Describir los elementos más importantes sobre la técnica de nanofracturas en pacientes con lesiones de cartílago.

Métodos: La búsqueda y el análisis de la información se hicieron en 62 días. Se emplearon los siguientes términos: *articular cartilage defects, microfractures, nanofractures, chondral lesions, bone marrow stimulation techniques, drilling, cartilage lesions fractures*. Se revisaron 311 artículos en las bases de datos PubMed, Hinari, SciELO y Medline mediante el gestor de búsqueda y administrador de referencias EndNote.

Desarrollo: Se refiere la incidencia de pacientes con lesiones de cartílago, y se señalan los procedimientos de reparación para conservar la placa subcondral y su evolución histórica. También se exponen las diferencias entre nano y microfracturas, y se describen la técnica y el instrumental para realizar el procedimiento.

Conclusiones: La nanofractura constituye una técnica útil, fácil de aplicar con resultados más prometedores que los de otras técnicas con similares indicaciones. Se emplea por la artrotomía o la vía artroscópica.

Palabras clave: defecto de cartílago; nanofractura; microfractura; técnicas de estimulación; artroplastia de abrasión; perforaciones.

ABSTRACT

Introduction: Knee cartilage injuries are common and they have multiple causes. Treatment is considered challenging due to the poor repair potential of the cells of this tissue. Nanofractures are surgical techniques that stimulate healing.

Objective: To describe the most important elements about the nanofracture technique in patients with cartilage injuries.

Methods: The search and analysis of the information was completed in 62 days. The following terms were used: articular cartilage defects, microfractures, nanofractures, chondral lesions, bone marrow stimulation techniques, drilling, cartilage lesions fractures. Three hundred eleven articles were reviewed in PubMed, Hinari, SciELO and Medline databases using EndNote search manager and reference manager.

Development: The incidence of patients with cartilage lesions was reported, and the repair procedures to preserve the subchondral plate and its historical evolution were indicated. The differences between nano fractures and micro fractures were also explained, and the technique and instruments to perform the procedure were described.

Conclusions: Nanofracture constitutes a useful technique, easy to apply with more promising results than other techniques with similar indications. It is used by arthrotomy or arthroscopically.

Keywords: cartilage defect; nanofracture; microfracture; stimulation techniques; abrasion arthroplasty; perforations.

Recibido: 10/10/2022

2

Aceptado: 15/10/2022

Introducción

Las lesiones de los cartílagos que cubren las articulaciones provocan la incapacidad funcional de los pacientes. La edad, los traumatismos previos, los trastornos degenerativos y vasculares, la práctica de actividades deportivas de gran impacto biomecánico, las infecciones y las enfermedades sistémicas constituyen factores causantes de esta afección.^(1,2,3) Los síntomas y los signos varían, desde una presentación asintomática a otra con dolor intenso. La mecánica articular se deteriora por bloqueo, inflamación y limitación del movimiento de la articulación.^(4,5)

El tratamiento conservador de las lesiones de cartílago tiene un efecto limitado. Por ello las modalidades quirúrgicas desempeñan un papel importante en la recuperación del tejido.^(6,7) Estas se dividen en dos grupos: las que conservan la placa subcondral y las que no lo hacen.^(8,9) Para las primeros se han descrito varias técnicas, realizadas por artrotomía o vía artroscópica, como la nanofractura que ofrece múltiples ventajas al enfermo.^(10,11,12)

Debido a la importancia de este tema y la incidencia de estas lesiones, por lo general, de difícil tratamiento, se revisó el tema con el objetivo de describir los elementos más importantes sobre la técnica de nanofracturas en pacientes con lesiones de cartílago.

Métodos

La búsqueda y análisis de la información se hizo en 62 días (del primero de julio al 31 de agosto de 2022) y se emplearon los siguientes términos: *articular cartilage defects, microfracture, nanofracture, chondral lesions, bone marrow stimulation techniques, drilling, cartilage lesions fractures*. Se revisaron 311 artículos en las bases de datos PubMed, Hinari, SciELO y Medline mediante el gestor de búsqueda y administrador de referencias EndNote. Las palabras seleccionadas para la búsqueda se tomaron de MeSH (*Medical Subject Headings*). Se consideraron todos los estudios de lesiones de cartílago en la articulación de la rodilla. Se excluyeron las investigaciones en animales.

Desarrollo

Las lesiones de cartílago en la rodilla es elevada. Fodor⁽¹³⁾ y otros estudiaron 444 pacientes con artroscopia y esta afección estaba presente en 355 casos; la edad media de los enfermos resultó de $42,19 \pm 11,68$ con un rango de 16 a 60 años. De acuerdo con la clasificación de la *International Cartilage Repair Society* (ICRS), predominaron las lesiones tipo II, seguidas de las tipo I, con un 25,9 %, y las tipos III y IV con 10,9 % y 6,9 %, respectivamente. Más de la mitad de las lesiones se localizaron en el cóndilo femoral medial.

La perforación, la abrasión, las microfracturas y las nanofracturas se indican en lesiones tipo III y IV, cuando hay dolor en la articulación, y daños del menisco y los ligamentos. Las tipos III y IV, sin afección de la integridad de la placa subcondral, resultan menos frecuentes al compararlas con las tipo I y II. De esta manera, se agrupan en lesiones simples (tipos I y II) y complejas (tipos III y IV).

Los procedimientos para restaurar o reparar el cartílago articular sin afectación de la placa subcondral tienen dos objetivos:^(13,14,15)

- perforar el hueso subcondral para liberar los factores de crecimiento, las citoquinas y las células de la médula ósea, y favorecer la formación de un coágulo pluripotencial que ocupe el defecto condral y construya un fibrocartílago reparador.
- permitir la descompresión del hueso subcondral debido al edema óseo.

Las perforaciones de Pridie en 1959 constituyeron el primer procedimiento utilizado en estos casos.⁽¹⁶⁾ Penetraban la placa subcondral mediante barrenas, pero la necrosis térmica alrededor de la abertura motivó su desuso. En 1980 Johnson⁽¹⁷⁾ introdujo la artroplastia de abrasión, que consistía en usar la fresa para realizar una resección de uno a tres milímetros de la placa subcondral; esto provocaba el sangrado del área y la comunicación con el hueso subcondral, lo cual debilitaba la placa con peligro de rotura y cambios degenerativos precoces.

Steadman⁽¹⁸⁾ y otros implementaron la microfractura ese mismo año. Resultaba un método barato, fácil de aplicar, reproducible y seguro, y no producía necrosis térmica. Se hacían perforaciones de 3 a 4 mm de profundidad, separadas con igual medida entre cada una para evitar la lesión de la placa subcondral. Aunque en menor cuantía, si se compara con la

artroplastia de abrasión y las perforaciones de Pridie, continuaba la posibilidad de que se debilitara la placa subcondral y su profundidad no permitía que se concentraran gran número de células reparadoras.

Benthien y Benrens⁽¹⁹⁾ describieron la nanofractura como la técnica de perforación y estimulación de la placa subcondral. Una aguja de 1 mm penetra 9 mm y la separación entre las perforaciones es de 3 a 5 mm. La nanofractura permite conservar mejor la placa subcondral y, al ser más profunda, favorece la salida de las células reparadoras. Aunque se considera un método prometedor, hasta la actualidad no existen estudios a largo plazo sobre sus resultados (fig. 1).

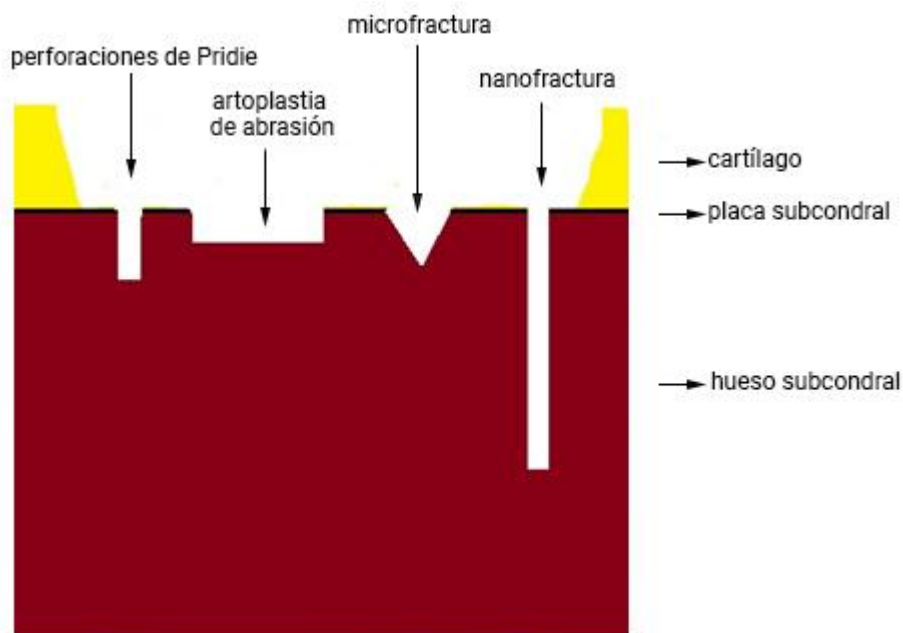


Fig. 1 - Representación gráfica de los métodos para restaurar el cartílago articular con conservación de la placa subcondral.

Las diferencias entre microfractura y nanofractura se basa en varios factores como grosor del instrumento, profundidad en el hueso subcondral, conservación de la placa subcondral, formación de colágeno tipo II, restauración de la superficie articular e inconvenientes con el instrumental^(20,21,22).

Tabla - Diferencias entre micro y nanofracturas

Factores	Microfractura	Nanofractura
grosor	de 3 a 4 mm	de 1,5 a 2 mm

profundidad en el hueso subcondral	menos profunda: 5 mm	más profunda: de 9 a 10 mm, es tres veces más profunda que la microfractura.
conservación de la placa subcondral	menor	mayor
formación de colágeno tipo II	menor	mayor debido a la profundidad.
restauración de la superficie subcondral	peor	mejor
inconvenientes con el instrumental	muy pocas	las agujas se doblan, y no permiten la perforación en el ángulo correcto.

Se sugiere no reseca todo el tejido de cartílago alrededor de la lesión, en especial en las lesiones de tipo III, pues, aunque en menor cuantía, quedan células propias del cartílago cercanas a la lesión que ayudan a la reparación. Estas técnicas de estimulación de la placa subcondral pueden acompañarse por otras de recuperación biológica como el uso de plasma rico en plaquetas, andamios e injertos de condrocitos.^(23,24,25)

Aunque se han diseñado instrumentos para la realización de nanofracturas, estos no se encuentran disponibles en todos los escenarios. Por ello, se recomienda el empleo de otras variantes como un Kirschner de 1 mm, un dado de fijador externo tipo Hoffman® y un deslizador de suturas para la reparación de meniscos. El dado del fijador se coloca a 9 mm del tope del deslizador y así se garantiza la longitud de la perforación deseada (fig. 2).^(26,27,28)

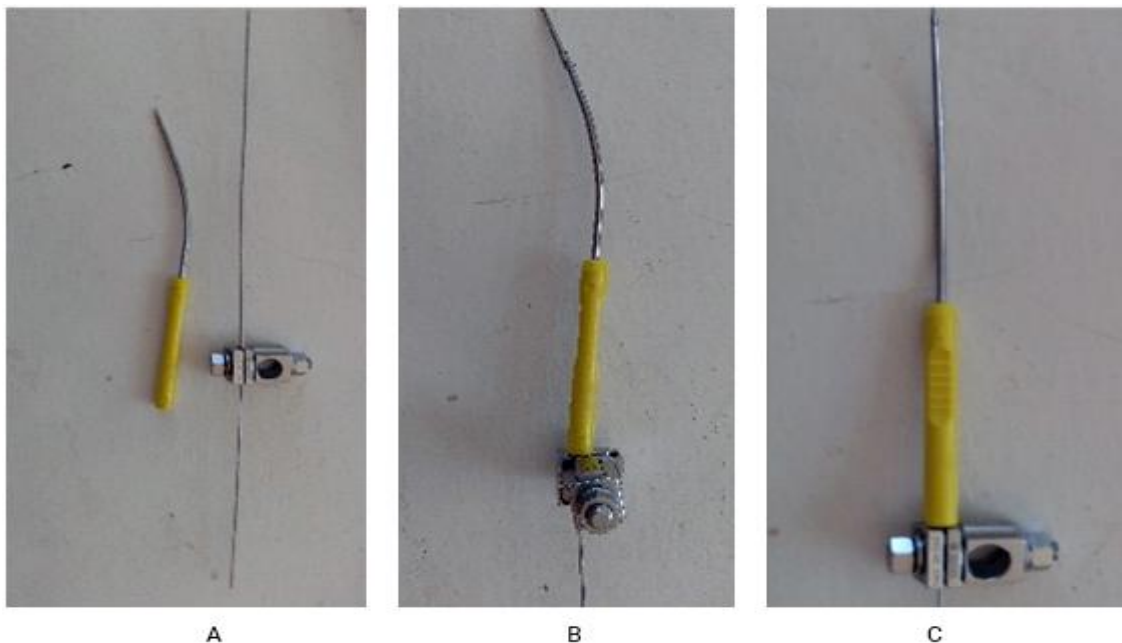


Fig. 2 - Dispositivo para la realización de nanofracturas en el cartílago articular: A) Elementos por separado, B) perfil lateral, C) perfil de frente.

La técnica con este instrumento se puede realizar por artrotomía o vía artroscópica. El deslizador de sutura tiene una curvatura que aborda gran parte de la superficie articular. Para penetrar el Kirschner se martilla sobre el dedo del fijador externo, y la forma puntiaguda del alambre facilita su entrada a la placa subcondral.^(29,30)

Conclusiones

La nanofractura se considera una técnica útil, fácil de aplicar con resultados más prometedores si se compara con otros procedimientos con similares indicaciones. Se puede llevar a cabo tanto por artrotomía como por vía artroscópica.

Referencias bibliográficas

1. Zamborsky R, Danisovic L. Surgical techniques for knee cartilage repair: an updated large-scale systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthroscopy*. 2020;36(3):845-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.11.096>
2. Calcei JG, Ray T, Sherman SL, Farr J. Management of large focal chondral and osteochondral defects in the knee. *J Knee Surg*. 2020;33(12):1187-1200. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721053>
3. Chahla J, Stone J, Mandelbaum BR. How to manage cartilage injuries? *Arthroscopy*. 2019;35(10):2771-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.08.021>
4. Cook JL. Articular cartilage lesions in the knee. *J Knee Surg*. 2021;34(1):1. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721129>
5. Gahunia HK, Gross AE, Pritzker KPH, Babyn PS, Murnaghan L. *Articular cartilage of the knee*. New York: Springer; 2020.
6. Dekker TJ, Aman ZS, DePhillipo NN, Dickens JF, Anz AW, LaPrade RF. Chondral lesions of the knee: an evidence-based approach. *J Bone Joint Surg A*. 2021;103(7):629-45. DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.20.01161>
7. Farr J, Gomoll AH. *Cartilage Restoration*. 2 ed. Cham: Springer; 2018.

8. Yanke AB, Cole BJ. Joint preservation of the Knee: a clinical casebook. Cham: Springer; 2019.
9. Welton KL, Logterman S, Bartley JH, Vidal AF, McCarty EC. Knee cartilage repair and restoration: common problems and solutions. Clin Sports Med. 2018;37(2):307-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csm.2017.12.008>
10. Brusalis CM, Greditzer HG, Fabricant PD, Stannard JP, Cook JL. BioCartilage augmentation of marrow stimulation procedures for cartilage defects of the knee: two-year clinical outcomes. Knee. 2020;27(5):1418-25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.07.087>
11. Glasbrenner J, Petersen W, Raschke MJ, Steiger M, Verdonk R, Castelli CC, *et al.* Matrix-augmented bone marrow stimulation with a polyglycolic acid membrane with hyaluronan vs microfracture in local cartilage defects of the femoral condyles: a multicenter randomized controlled trial. Orthop J Sports Med. 2020;8(5):2325967120922938. DOI: <https://doi.org/10.1177/2325967120922938>
12. Weiberger M, Heinz T, Boelch S, Niemeyer P, Rudert M, Barthel T, *et al.* Is debridement beneficial for focal cartilage defects of the knee: data from the German Cartilage Registry? Arch Orthop Trauma Surg. 2020;140(3):373-82. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03338-1>
13. Fodor P, Solyom A, Ivanescu A, Fodor R, Bataga T. Prevalence of condral lesions in knee arthroscopy. J Interdiscip Medic. 2018;3(1). DOI: <https://doi.org/10.2478/jim-2018-0008>
14. Fischer W. Perspective on idiopathic subchondral, osteochondral, and chondral lesions with emphasis on the knee. Semin Musculoskelet Radiol. 2019;23(5):534-6. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693978>
15. Gobbi A, Lane JG, Dallo I. Editorial commentary: cartilage restoration-what is currently available? Arthroscopy. 2020;36(6):1625-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.04.001>
16. Pridie KH. A method of resurfacing osteoarthritis knee joints. J Bone Joint Surg. 1959 [acceso 20/10/2021];41(3). Disponible en: <https://www.scienceopen.com/document?vid=404b08e4-b48c-4032-944c-c13fe5b7f085>
17. Johnson JJ. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: presente status. Arthroscopy. 1986;2(1):54-69. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(86\)80012-3](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(86)80012-3)
18. Steadman JR, Rodkey WG, Singleton SB, Briggs KK. The microfracture technique for full thickness chondral defects: technique and clinical results.

Oper Tech Orthop. 1997;7(4):300-4. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1048-6666\(97\)80033-X](https://doi.org/10.1016/S1048-6666(97)80033-X)

19. Benthien JP, Behrens P. The treatment of chondral and osteochondral defects of the knee with autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): method description and recent developments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(8):1316-9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1356-1>

20. Hacken BA, LaPrade MD, Stuart MJ, Saris DBF, Camp CL, Krych AJ. Small cartilage defect management. *J Knee Surg.* 2020;33(12):1180-6. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716359>

21. Hinckel BB, Thomas D, Vellios EE, Hancock KJ, Calcei JG, Sherman SL, *et al.* Algorithm for treatment of focal cartilage defects of the knee: classic and new procedures. *Cartilage.* 2021;13(1supl):473s-95. DOI: <https://doi.org/10.1177/1947603521993219>

22. Redondo ML, Naveen NB, Liu JN, Tauro TM, Southworth TM, Cole BJ. Preservation of knee articular cartilage. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2018;26(4):e23-30. DOI: <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000226>

23. Chiang MH, Kuo YJ, Chen YP. Expanded mesenchymal stem cell transplantation following marrow stimulation is more effective than marrow stimulation alone in treatment of knee cartilage defect: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020;106(5):977-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.04.008>

24. Frank RM, Cotter EJ, Nassar I, Cole B. Failure of bone marrow stimulation techniques. *Cole B. Sports Med Arthrosc Rev.* 2017;25(1):2-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000134>

25. Kellum E, Lin D, Mithoefer K. Arthroscopic marrow stimulation including microfracture, nanofracture, and marrow augmentation scaffold stimulation techniques. En: Sgaglione NA, Lubowitz JH, Provencher MT. *The knee: AANA Advanced Arthroscopic Surgical Techniques.* Thorofare: Slack Incorporated; 2016. p. 217-30.

26. Jones KJ, Sheppard WL, Arshi A, Hinckel BB, Sherman SL. Articular cartilage lesion characteristic reporting is highly variable in clinical outcomes studies of the knee. *Cartilage.* 2019;10(3):299-304. DOI: <https://doi.org/10.1177/1947603518756464>

27. Min BH, Truong MD, Song HK, Cho JH, Park DY, Kweon HJ, *et al.* Development and efficacy testing of a "Hollow Awl" that leads to patent bone marrow channels and greater mesenchymal stem cell mobilization during bone marrow stimulation cartilage repair surgery. *Arthroscopy.* 2017;33(11):2045-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.06.022>

28. Neyret P, Butcher C, Demey G. Surgery of the Knee. 2 ed. Cham: Springer; 2020.

29. Shah SS, Lee S, Mithoefer K. Next-generation marrow stimulation technology for cartilage repair: basic science to clinical application. JBJS Rev. 2021;9(1):e20.00090. DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.rvw.20.00090>

30. Peñalver JM, Villalba J, Yela CP, Sánchez J, Balaguer M. All-Arthroscopic nanofractured autologous matrix-induced chondrogenesis (A-NAMIC) technique for the treatment of focal chondral lesions of the knee. Arthrosc Tech. 2020;9(6):E755-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.02.007>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.