



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior en pacientes con fractura de platillos tibiales: Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico

Ana Xiomara Cortés Neira

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía
Especialidad en Ortopedia y Traumatología
Bogotá, Colombia
2024

Predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior en pacientes con fractura de platillos tibiales: Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico

Ana Xiomara Cortés Neira

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Ortopedia y Traumatología

Director:

Jorge Rolando Ortiz Morales, MD. Ortopedista y Traumatólogo

Codirector:

Jhon Fredy Castañeda López, MD. Ortopedista y Traumatólogo

Coautores:

Linda Bibiana Vallejo Vargas, MD. Ortopedista y Traumatóloga

Karen Andrea Galvis León, MD.

Línea de Investigación:

Ortopedia y Traumatología, Cirugía de Rodilla

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía

Especialidad en Ortopedia y Traumatología

Bogotá, Colombia

2024

Resumen

Título en español: Predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior en pacientes con fractura de platillos tibiales: Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico

Introducción: Debido a las fuerzas de compresión y cizallamiento implicadas en fracturas de platillos tibiales, los meniscos y ligamentos corren riesgo de lesionarse. Si no reciben tratamiento, los resultados son insatisfactorios y se desarrolla gonartrosis postraumática tempranamente. El objetivo de este estudio es identificar predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior (LCA) en pacientes con fractura de platillos tibiales.

Metodología: Cohorte retrospectiva en pacientes atendidos en tres instituciones por fractura de platillos tibiales. Se calculó la frecuencia de lesión meniscal y del LCA asociada. Análisis de curvas ROC para determinar discriminación y punto de corte de cada variable. Análisis univariado, bivariado, multivariado e inferencial mediante regresión logística. La asociación entre covariables se determinó mediante pruebas chi-cuadrado y t-Student. Significancia estadística $p < 0,05$.

Resultados: 461 pacientes fueron incluidos. Ser menor de 38 años disminuyó el riesgo de lesión del LCA. Una depresión articular $\geq 8,2$ mm, ensanchamiento de la superficie articular $\geq 3,9$ mm y zona de fractura anteromedial se encontraron como predictores de lesión meniscal. Los factores predictores de alguna de las dos lesiones fueron el sexo femenino, ensanchamiento de la superficie articular $\geq 5,4$ mm y zona de fractura anteromedial. La caída de altura no se asoció a lesión meniscal o del LCA.

Conclusiones: La TC preoperatoria ayuda a predecir lesiones de tejidos blandos intraarticulares en pacientes con fractura de platillos tibiales y, por lo tanto, es útil para planear la reparación intraoperatoria del LCA o de lesiones meniscales clínicamente

IV Predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior en pacientes con fractura de platillos tibiales: Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico

relevantes sin necesidad de realizar una resonancia magnética previa.

Palabras clave: Factores de Riesgo. Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Lesiones de Menisco Tibial. Fracturas de la Tibia. Fijación Interna de Fracturas.

Abstract

Title: Predictors of meniscal and anterior cruciate ligament injuries in patients with tibial plateau fracture: A multicenter retrospective cohort study

Introduction: Due to compression and shear forces in tibial plateau fractures, the menisci and ligaments are at risk of injury. If they do not receive treatment, the results are unsatisfactory and post-traumatic gonarthrosis develops early. The aim of this study is to identify predictors of meniscal and anterior cruciate ligament (ACL) injuries in patients with tibial plateau fractures.

Methodology: Retrospective cohort in patients treated at three institutions for tibial plateau fractures. The frequency of associated meniscal and ACL injuries was calculated. A ROC curve analysis was used to determine discrimination and cut-off point of each variable. Univariate, bivariate, multivariate and inferential analysis using logistic regression were used. The association between covariates was determined using Chi-squared and t-Student tests. Statistical significance $p < 0.05$.

Results: 461 patients were included. Being younger than 38 years decreased the risk of ACL injury. A joint depression ≥ 8.2 mm, widening of the articular surface ≥ 3.9 mm and anteromedial fracture zone were found to be predictors of meniscal injury. The predictors of either of the two injuries were female sex, widening of the articular surface ≥ 5.4 mm, and anteromedial fracture area. The fall from height was not associated with meniscal or ACL injury.

VI Predictores de lesiones meniscales y del ligamento cruzado anterior en pacientes con fractura de platillos tibiales: Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico

Conclusions: Preoperative CT helps predict intra-articular soft tissue injuries in patients with tibial plateau fractures and is therefore useful for planning intraoperative repair of ACL or clinically relevant meniscal injuries without the need for prior MRI.

Keywords: Risk Factors. Anterior Cruciate Ligament Injuries. Tibial Meniscus Injuries. Tibial Fractures. Fracture Fixation.

Contenido

	Pág.
Resumen	III
Lista de figuras.....	VIII
Introducción	1
Metodología	3
Resultados.....	7
Discusión	13
Conclusiones.....	19
Bibliografía	21

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Proyecciones coronales de TC. a= Depresión del platillo tibial lateral; b = Ensanchamiento del platillo tibial lateral; c = Desplazamiento del platillo tibial medial. Fuente: Elaboración de los autores.....	4
Figura 2. Frecuencia de causas de fractura de platillos tibiales. Fuente: Elaboración de los autores.	7
Figura 3. Distribución de tipos de fractura de platillos tibiales según la Clasificación de Schatzker. Fuente: Elaboración de los autores.	8
Figura 4. Zonas de los platillos tibiales fracturados que presentaron la máxima depresión articular. AL: Anterolateral, AM: Anteromedial, PL: Posterolateral, PM: Posteromedial. Fuente: Elaboración de los autores.....	9
Figura 5. Curvas ROC de depresión articular en relación con lesión del LCA (A), lesión meniscal (B) y presencia de alguna de las dos lesiones (C). Fuente: Elaboración de los autores.....	10
Figura 6. Curvas ROC de ensanchamiento o aumento de diámetro del platillo tibial en relación con lesión del LCA (A), lesión meniscal (B) y presencia de alguna de las dos lesiones (C). Fuente: Elaboración de los autores.	10

Introducción

Las fracturas de platillos tibiales son lesiones cada vez más comunes, con una distribución bimodal dependiente de la edad. Estas fracturas no solo son difíciles de abordar debido a la afectación intraarticular, sino que a menudo se complican por compromiso de tejidos blandos. Debido a las fuerzas de compresión y cizallamiento implicadas en traumatismos de alta energía, los meniscos y ligamentos corren un riesgo considerable de sufrir lesiones, cuya incidencia general se ha informado en alrededor de 39 a 99% y 16,7 a 57%, respectivamente. (1-3) La clasificación más usada, propuesta por Schatzker, aborda las lesiones óseas, sin embargo, no predice la patología asociada de los tejidos blandos. La cinemática normal de la rodilla depende en gran medida de la integridad de los ligamentos y los meniscos, que pueden comprometerse en el momento de la lesión. Se ha prestado mucha atención a la restauración de la superficie articular en el tratamiento quirúrgico de las fracturas de platillos tibiales, sin embargo, si no se aborda el componente de los tejidos blandos, es posible que se produzca una aparición más temprana de artrosis postraumática y resultados menos satisfactorios. Como demostraron Forman et al., los resultados funcionales de los pacientes con reparación aguda de la lesión meniscal en el momento de la fijación de la fractura de platillos tibiales pueden ser similares a los de los pacientes sin ruptura meniscal (3,4), lo que subraya la importancia de una evaluación precisa de las lesiones asociadas.

Aunque los estudios no siempre han comentado sobre la gravedad de estas lesiones, lo que subestima su relevancia clínica, está claro que el daño de los tejidos blandos en estas fracturas es mucho mayor de lo que se pensaba anteriormente y cada vez se reporta con mayor frecuencia en la literatura (3-5) En 2010, Stannard y sus colegas proporcionaron lo que probablemente sea el desglose más completo de las lesiones de partes blandas asociadas a fracturas de meseta tibial, informando que el 71 % de los pacientes tenía al

menos un ligamento mayor lesionado mientras que el 53% tenía lesiones de múltiples grupos de ligamentos. La incidencia general de desgarros meniscales fue de 49 % y se distribuyó por igual entre los dos meniscos. Además, este artículo fue el primero en mostrar una incidencia creciente de lesiones de ligamentos con la gravedad de las lesiones óseas. (6-8)

En la práctica clínica, existe limitación del examen físico para identificar signos de lesión meniscal o ligamentaria en pacientes con fractura de platillos tibiales debido al dolor articular, el edema y la restricción funcional asociada. Durante la última década, ha crecido el interés por utilizar resonancia magnética para la evaluación aguda de estas fracturas, sin embargo, su uso aún no se ha convertido en un aspecto común o de rutina en la evaluación de lesiones de tejidos blandos asociadas debido a su costo adicional y disponibilidad. Como tal, aún persiste el vacío de un estándar de oro para la identificación de la patología intraarticular asociada a estas fracturas. Por lo tanto, la atención se ha centrado en los estudios disponibles con el algoritmo de diagnóstico típico, incluidas las radiografías simples y las tomografías computarizadas (TC). (3) Estudios previos evaluaron parámetros radiológicos y de TC, tales como el ensanchamiento y la depresión del platillo tibial en asociación con lesiones de tejidos blandos, especialmente lesiones meniscales [9-15]. En Colombia no existen publicaciones al respecto y sólo se dispone de parámetros radiológicos reportados en estudios de poblaciones de otros países cuyas características demográficas, clínicas y anatómicas pueden diferir de las nuestras. Por lo cual, el propósito de este estudio es identificar predictores de lesiones meniscales y del LCA en pacientes con fracturas de platillos tibiales en tres instituciones del país.

Metodología

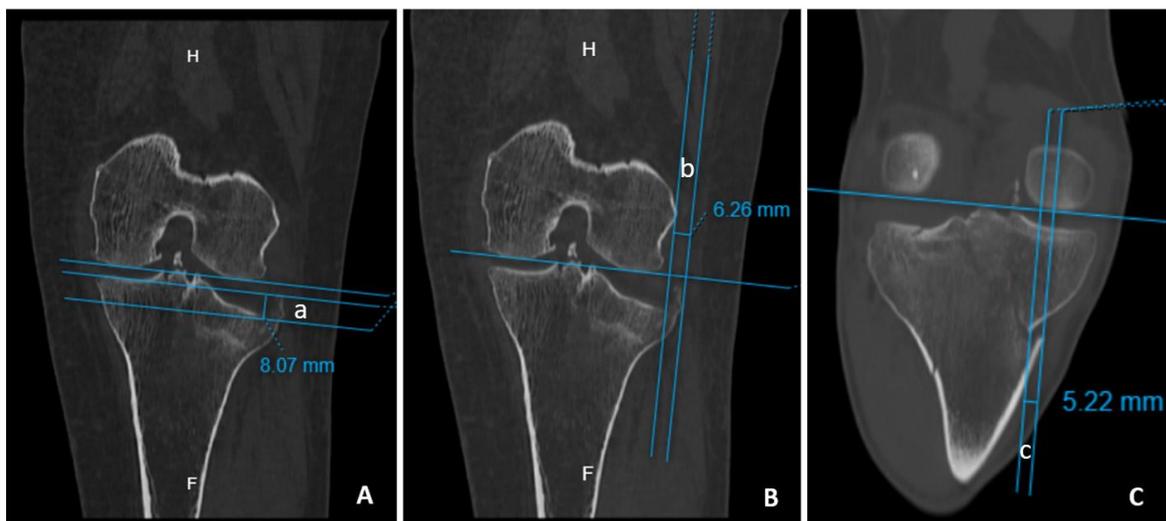
Se realizó un estudio observacional analítico de tipo cohortes retrospectivo en pacientes que recibieron manejo quirúrgico en el Hospital Universitario Nacional de Colombia, el Hospital El Tunal y el Hospital Central de la Policía entre 2016 y 2022 consistente en reducción abierta y fijación interna de fractura de platillos tibiales, los cuales debían reunir los siguientes criterios de inclusión: mayores de 18 años, con diagnóstico de fractura de platillos tibiales y disponibilidad de imágenes de TC de la fractura, con proyecciones coronal, sagital y axial de rodilla. Se excluyeron pacientes con enfermedad ósea metabólica, fractura previa de tibia proximal o fémur distal ipsilateral y/o contralateral, antecedentes quirúrgicos en la rodilla ipsilateral y/o contralateral, antecedentes documentados de lesiones meniscales y/o del LCA en la rodilla ipsilateral y/o contralateral, fracturas patológicas, fracturas de las espinas tibiales asociadas.

Mediante la revisión de las historias clínicas se obtuvo la información necesaria para la construcción inicial de la base de datos con las variables de interés en el software REDCap. Las variables incluyeron edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), causa de lesión, lateralidad, tipo de fractura según la clasificación de Schatzker, presencia de lesión meniscal o del LCA asociada, diagnosticada de forma intraoperatoria durante la reducción abierta y fijación interna de la fractura, con artroscopia pre o postoperatoria o con imágenes pre o postoperatorias de resonancia magnética, y, mediciones realizadas en TC utilizando el sistema de imágenes RadiAnt DICOM Viewer para determinar el grado de depresión articular, el ensanchamiento de la superficie articular del platillo fracturado o en caso de fractura bicondilar, del platillo más comprometido, y se documentó la zona más comprometida según la división del platillo en cuatro columnas: anteromedial, anterolateral, posteromedial y posterolateral.

En el análisis se utilizaron los valores promedio de desplazamiento de la fractura medidos por los autores. Para la depresión articular y el ensanchamiento de la superficie articular del platillo, las mediciones se evaluaron desde el plano coronal que era tangencial al borde

posterior de los cóndilos femorales en la vista transversal y paralelo al eje longitudinal de la diáfisis tibial en la vista sagital. La cantidad máxima de depresión articular se midió desde la línea del platillo intacto (paralela a los cóndilos femorales) hasta el punto más bajo del hueso subcondral deprimido tanto en proyección coronal como sagital, registrando la máxima depresión (figura 1A). Tomando como referencia el cóndilo femoral, el ensanchamiento de la superficie articular del platillo lateral fue igual a la distancia entre una línea tangencial al borde lateral del epicóndilo femoral lateral (perpendicular a los cóndilos femorales) y una línea paralela a la anterior que pasa por el punto más lateralmente desplazado del platillo tibial lateral en una proyección coronal (figura 1B). Por su parte, el ensanchamiento del platillo tibial medial se determinó midiendo el máximo desplazamiento del fragmento medial del platillo respecto a la tibia proximal en proyección coronal (figura 1C), esto debido a que la posición relativa del platillo tibial medial y el cóndilo femoral medial se mantienen usualmente por el ligamento colateral medial. Todos los parámetros se calcularon en milímetros y se midieron de forma independiente para el platillo medial y lateral.

Figura 1. Proyecciones coronales de TC. a= Depresión del platillo tibial lateral; b = Ensanchamiento del platillo tibial lateral; c = Desplazamiento del platillo tibial medial. Fuente: Elaboración de los autores.



Los análisis estadísticos se realizaron en los programas R e IBM SPSS. Primero se calculó

el porcentaje total y de cada lesión de tejidos blandos en relación con el número total de fracturas. Los pacientes se dividieron en 2 grupos según si presentaban lesión meniscal o lesión del LCA. Se realizaron análisis univariados para identificar la asociación de cada una de las dos lesiones y de las dos lesiones agrupadas con posibles predictores mediante la prueba Chi-cuadrado para las variables cualitativas y la prueba t-Student para las variables cuantitativas. Se determinó si las variables eran normales o no para definir el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas. En caso de distribución paramétrica se usó la prueba de ANOVA y se realizaron las pruebas post hoc, en caso de distribución no paramétrica se usó la prueba de Mann-Whitney. Las variables cuantitativas se expresaron en valores absolutos y medidas de tendencia central, y, las variables cualitativas, en frecuencias y porcentajes.

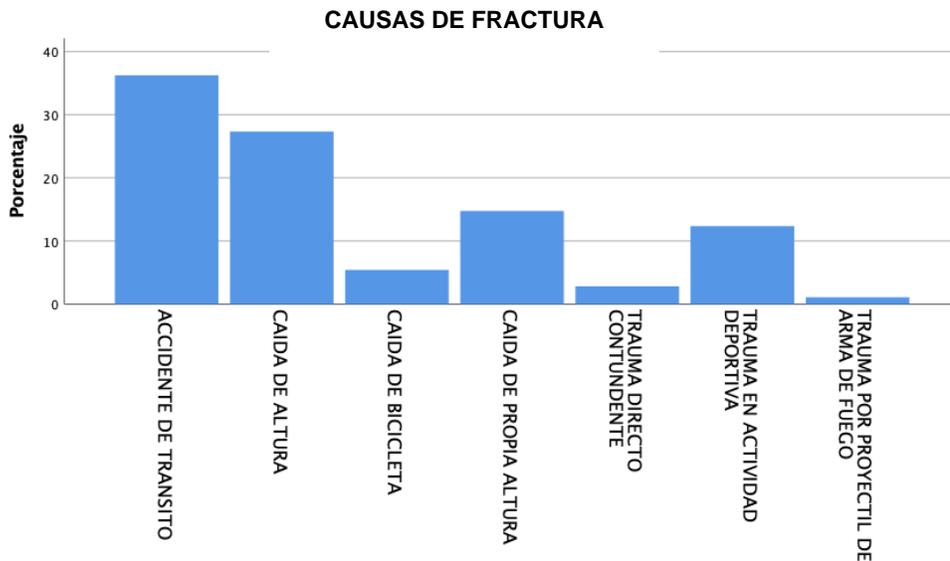
Se realizó un análisis de las características operativas del receptor (curvas ROC) para determinar la capacidad y el punto de corte de cada variable para predecir la presencia de lesiones meniscales y del LCA. Luego se realizó un análisis bivariado con el objetivo de evidenciar la relación entre las variables. Por último, se realizó un análisis inferencial mediante regresión logística para evaluar el impacto de todos los predictores potenciales (significativos en el análisis univariado) sobre las lesiones meniscales y del LCA en un modelo multivariado. Para todas las pruebas, se consideró significancia estadística un valor $p < 0,05$.

En este estudio se tuvieron en cuenta las normas y consideraciones éticas para la investigación en salud establecidas en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, a partir de la cual se clasifica en la categoría de investigación "sin riesgo" para los sujetos estudiados. Los datos personales de los pacientes no fueron revelados y las historias clínicas no fueron conocidas por terceros. Igualmente, este estudio fue aprobado por el comité de ética institucional, ninguno de los autores declara conflictos de interés y no hubo fuentes externas de financiación.

Resultados

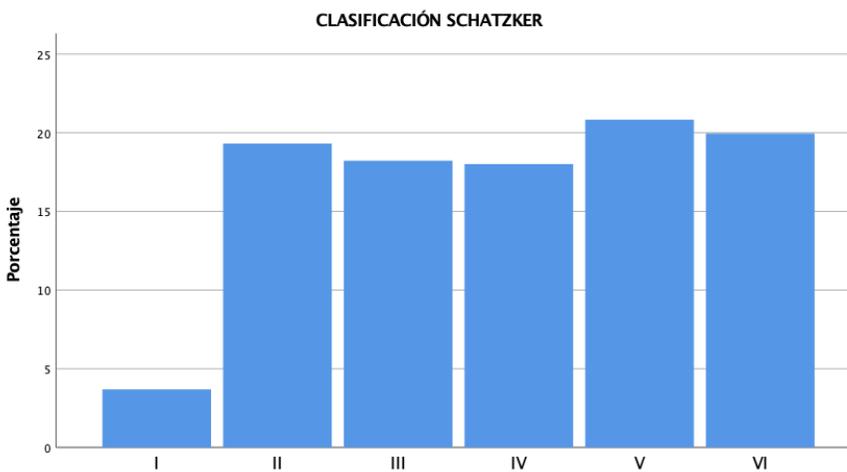
Participaron en este estudio 461 pacientes atendidos en tres instituciones diferentes que cumplieron los criterios de inclusión. De estos, 164 son mujeres (35,6%) y 297 hombres (64,4%), con edad promedio de $43,10 \pm 16,45$ años (rango 17 – 89 años) e índice de masa corporal (IMC) promedio de $25,42 \pm 3,27$ (rango 17, 97 – 43,00). Las fracturas de patillos tibiales se presentaron en 197 rodillas derechas (42,8%), 262 rodillas izquierdas (56,8%) y 2 casos tuvieron compromiso bilateral simultáneo (0,4%). La causa de fractura más común fue el accidente de tránsito (36,2%), seguido por caída de altura, caída de propia altura, trauma en actividad deportiva, caída de bicicleta, trauma directo contundente y trauma por proyectil de arma de fuego (Figura 2).

Figura 2. Frecuencia de causas de fractura de patillos tibiales. Fuente: Elaboración de los autores.



Según la clasificación de Schatzker, la distribución de los tipos de fracturas fue la siguiente: 17 tipo I (fractura pura), 89 tipo II (fractura combinada con depresión), 84 tipo III (depresión pura), 83 tipo IV (meseta medial), 96 tipo V (bicondilar) y 92 fracturas tipo VI (meseta y metáfisis). (Figura 3).

Figura 3. Distribución de tipos de fractura de patillos tibiales según la Clasificación de Schatzker. Fuente: Elaboración de los autores.

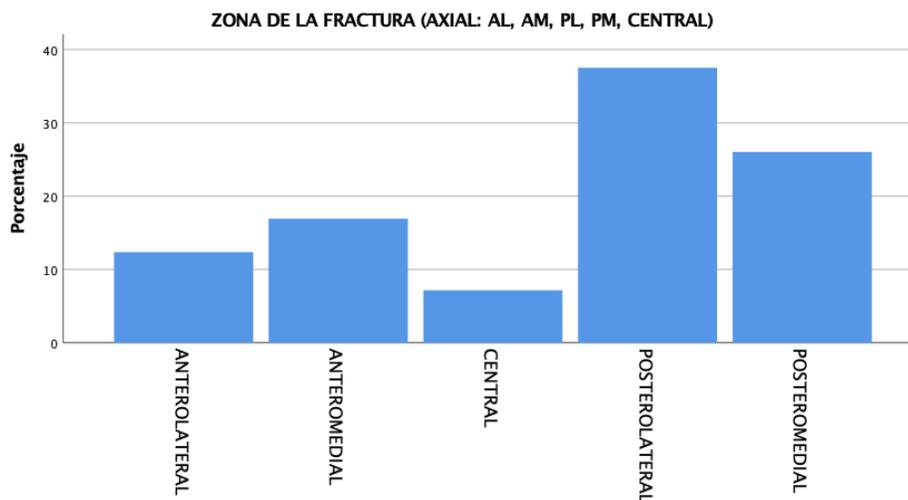


De las 461 fracturas, 79 (17,2%) mostraron evidencia de lesiones de tejidos blandos asociadas (meniscales y del LCA), entre las cuales 57 (12,4%) corresponden a lesiones meniscales y 22 (4,8%) a lesiones del LCA. El 93% de estas lesiones fueron identificadas de forma intraoperatoria durante la reducción abierta y fijación interna de la fractura, 3% mediante RM preoperatoria y 4% en estudios posteriores por imagen o artroscopia. El menisco lesionado con mayor frecuencia fue el lateral en 51 casos (89,5%), mientras que el menisco medial resultó lesionado en 6 casos (10,5%), en ninguno de los casos resultaron lesionados simultáneamente. Las lesiones del LCA se distribuyeron de la siguiente forma según el tipo de fractura: I 0%, II 22,7%, III 18,2%, IV 22,7%, V 4,5% y VI 31,8%. Por otra parte, las lesiones meniscales se distribuyeron de la siguiente forma según el tipo de fractura: I 0%, II 28,1%, III 33,3%, IV 12,3%, V 8,8% y VI 17,5%.

La zona del patillo tibial más comprometida por depresión articular fue la columna posterolateral, seguida por posteromedial, anteromedial, anterolateral y central. (Figura 4)

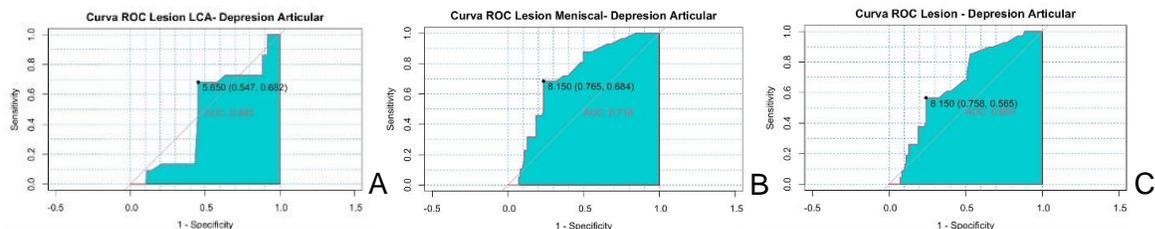
En el total de las fracturas, la máxima depresión articular fue en promedio $7,54 \pm 5,96$ mm (rango 0 - 32 mm) y el ensanchamiento del platillo tibial en promedio $5,62 \pm 3,44$ mm (rango 0 – 22 mm).

Figura 4. Zonas de los platillos tibiales fracturados que presentaron la máxima depresión articular. AL: Anterolateral, AM: Anteromedial, PL: Posterolateral, PM: Posteromedial. Fuente: Elaboración de los autores.



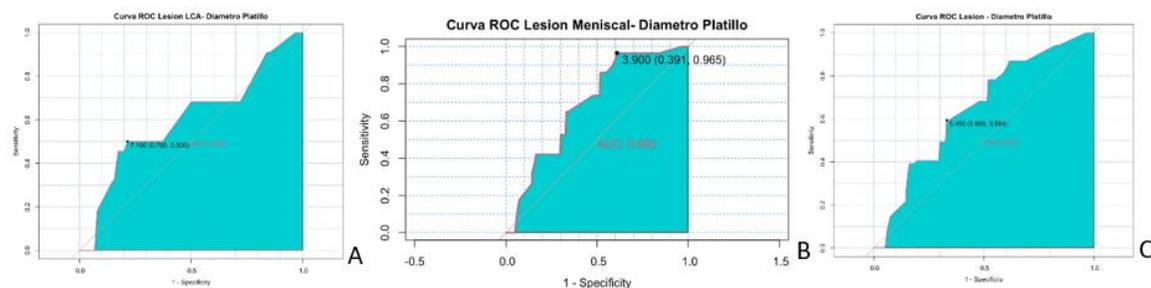
Se realizó una evaluación de la variable “depresión articular” para determinar si esta es útil en la clasificación de la posibilidad de lesión meniscal y/o del LCA en estos pacientes, encontrando unos valores de punto de corte determinantes para la presencia de lesión o no. Esta exploración se realizó a través de curvas ROC escogiendo la mayor área bajo la curva posible con la mejor discriminación posible. Para lesión del LCA el valor fue de 5,7 mm, con un área bajo la curva de solo 0,46, con lo cual se interpreta que la depresión articular es un factor sin capacidad discriminatoria para predecir lesión del LCA. No obstante, tuvo mejor capacidad discriminatoria para lesión meniscal donde el valor fue de 8.2 mm con un área bajo la curva de 0,72 y para la presencia de alguna de las dos lesiones, también con un valor de 8,2 mm, con un área bajo la curva de 0,66. (Figura 5)

Figura 5. Curvas ROC de depresión articular en relación con lesión del LCA (A), lesión meniscal (B) y presencia de alguna de las dos lesiones (C). Fuente: Elaboración de los autores.



Así mismo, se realizó la evaluación de la variable “ensanchamiento del platillo tibial” para determinar si esta es útil en la clasificación de la posibilidad de lesión meniscal y/o del LCA en estos pacientes mediante curvas ROC determinando los valores de los puntos de corte. Para lesión del LCA el valor fue de 7.1 mm, con un área bajo la curva de 0,60; para lesión meniscal el valor fue de 3.9 mm, con un área bajo la curva de 0,69 y para la presencia de alguna de las dos lesiones fue de 5.4 mm con un área bajo la curva de 0,65. (Figura 6)

Figura 6. Curvas ROC de ensanchamiento o aumento de diámetro del platillo tibial en relación con lesión del LCA (A), lesión meniscal (B) y presencia de alguna de las dos lesiones (C). Fuente: Elaboración de los autores.



Se realizó una exploración de los datos con un modelo de regresión logística encontrando que tomando como variable respuesta **alguna de las dos lesiones**, se identificó como covariables significativas: sexo, ensanchamiento de la superficie articular, depresión articular, causa y zona de fractura.

Acorde al modelo y según los estimadores del mismo, el sexo masculino se comporta como un factor protector con un OR de 0.57 (IC95%: 0,286 -0,937), lo que quiere decir que en hombres hay 0,57 veces menos riesgo de presentar alguna de las lesiones asociadas que en mujeres. El sexo femenino presentó un OR de 1,9 (IC95%: 1,018 -3,410), lo que significa que en mujeres la probabilidad de lesión es 1,9 veces mayor que en hombres. Así mismo, la caída de altura se comportó como factor protector presentando un OR de 0,32 (IC95%: 0,123 -0,687) comparado con otras causas de fractura. La depresión articular se encontró como un factor asociado a la presencia de alguna de las dos lesiones, con un OR de 1.04 (IC95%: 1,028 -1,136), de manera que, aproximadamente por cada milímetro de depresión articular, la posibilidad de presentar lesión aumenta 4%. En relación con el ensanchamiento del platillo, este presentó un OR de 1.14 (IC95%: 1,035 -1,236), por lo que, aproximadamente por cada milímetro de aumento de diámetro o ensanchamiento del platillo, la posibilidad de presentar lesión aumenta 14%. La zona de fractura anteromedial se encontró como un factor asociado a la presencia de alguna de las dos lesiones con un OR de 3,44 (IC95%: 2,354 -7,658), denotando que en presencia de fractura en esta zona la probabilidad de alguna lesión asociada es 3,44 veces mayor que con otra zona de fractura. Así mismo, la zona de fractura central presentó un OR de 6.65 (IC95%: 2,033 -14,578).

Se realizó una exploración de los datos con un modelo de regresión logística encontrando que tomando como variable **lesión del LCA**, se encontró como covariable significativa la edad. La edad presentó un OR de 0,95 (IC95%: 0,357 -,0,998), es decir, por cada disminución de un año en la edad a partir de 38 años (edad determinada por discriminación del modelo y la curva ROC de este), la probabilidad de lesión del LCA disminuye 0,95 veces o un 4%.

Se realizó una exploración de los datos con un modelo de regresión logística encontrando que tomando como variable **lesión meniscal** se encontró como covariables significativas: Depresión articular, ensanchamiento de la superficie articular, mecanismo de lesión y zona de fractura.

La depresión articular se encontró como un factor asociado a la presencia de lesión meniscal con un OR de 1.08 (IC95%: 1,011 -1,114), demostrando que aproximadamente por cada milímetro de depresión articular la posibilidad de presentar lesión aumenta 8% o 1.08 veces. Con relación al aumento de diámetro o ensanchamiento del platillo tibial, este

presentó un OR de 1.2 (IC95%: 1,056 -1,240), de manera que, aproximadamente por cada milímetro que aumenta el diámetro del platillo fracturado, la posibilidad de presentar lesión aumenta 20% o 1,2 veces. La zona de fractura anteromedial se encontró como un factor asociado a la presencia de lesión meniscal, con un OR de 9,36 (IC95%: 1,844 -14,160), es decir que, en presencia de fractura en esta zona, la probabilidad de lesión meniscal es 9,36 veces mayor que con otra zona de fractura. Así mismo, la caída de altura se comportó como factor protector presentando un OR de 0,1 (IC95%: 0,023 -0,636) comparada con otras causas de fractura.

Discusión

Las fracturas de platillos tibiales son lesiones complejas que pueden ser difíciles de reducir y fijar y es probable que se asocien a lesiones de tejidos blandos intraarticulares. Los objetivos de la intervención quirúrgica se centran en la restauración de la congruencia articular, pero la falla en la detección y manejo de las lesiones de tejidos blandos asociadas puede contribuir a resultados postoperatorios insatisfactorios y al desarrollo temprano de gonartrosis postraumática, como se ha documentado en algunos estudios (3,4). Por lo anterior, resulta de gran importancia identificar factores demográficos, clínicos y radiológicos que ayuden al cirujano a predecir lesión meniscal y ruptura del ligamento cruzado anterior en pacientes que presentan fracturas de platillos tibiales.

Los resultados de este estudio demuestran una prevalencia de lesión meniscal (12,4%) y del LCA (4,8%) asociada a fracturas quirúrgicas de platillos tibiales similar a la reportada por Bennett y Browner (5). Sin embargo, es una prevalencia baja en comparación con otros estudios como el de Chang et.al. quienes reportan una prevalencia de 52,9% de lesiones meniscales y 14,7% de lesión del LCA (12) y otros autores que han informado prevalencias que oscilan entre 38,9 y 99,0% para lesiones meniscales y 40 a 70% para lesión del LCA (4,7,8,14,16-18).

Vale la pena destacar que en este estudio la mayoría de las lesiones del LCA se diagnosticaron de forma intraoperatoria durante la reducción abierta de la fractura. Algunos autores han reportado una incidencia menor que la proporción de lesiones del LCA informadas en estudios que utilizaron resonancia magnética preoperatoria o reducción asistida artroscópicamente. Gardner y cols. documentaron por primera vez la incidencia de lesiones de tejidos blandos en resonancia magnética en 103 pacientes. Observaron que el 57% presentaban lesiones desestabilizantes del LCA. (19) Tang y cols. analizaron retrospectivamente las lesiones de tejidos blandos en 132 pacientes sometidos a reducción asistida por artroscopia, informaron una tasa del 6,8% de rupturas del LCA y una tasa del 37,1% de fracturas por avulsión del LCA. (14)

Por otra parte, se ha informado en la literatura una frecuencia creciente de lesiones meniscales y del LCA conforme a la gravedad de las fracturas (8,12), lo cual se evidenció también en este estudio donde la mayor frecuencia de lesiones asociadas se presentó en las fracturas tipo VI según la clasificación de Schatzker, con ninguna lesión asociada en el tipo I. Sin embargo, en el modelo de regresión logística, la gravedad de la fractura según la clasificación de Schatzker no se comportó como un factor significativo asociado a la presencia de lesión meniscal o del LCA, por lo que no se consideraría como predictor.

Al analizar factores demográficos y clínicos, la edad fue una covariable significativa asociada a lesión del LCA, encontrando que, por cada disminución de un año en la edad a partir de 38 años, la probabilidad de esta lesión asociada a fractura de platillos tibiales disminuye un 4%. Además, el sexo femenino presentó 1,9 veces más probabilidad de asociación con alguna de las dos lesiones (meniscal o del LCA). Similar a otros autores, Tang et.al. no encontraron diferencias según sexo y edad en la incidencia de lesiones de tejidos blandos, excepto la fractura por avulsión del LCA que fue significativamente mayor en pacientes más jóvenes. (12,14,15)

La caída de altura se comportó como factor protector de alguna de las dos lesiones y específicamente de lesión meniscal al compararlo con las demás causas. Esto puede explicarse por un mecanismo esencial de compresión axial de la rodilla implicado en la caída de altura, sin un mecanismo rotacional y de cizallamiento predominante, a diferencia de otras causas. En conocimiento de los autores, esta covariable no ha sido analizada en modelos de regresión logística de estudios previos para determinar su asociación a lesiones de tejidos blandos en fracturas de platillos tibiales. El IMC y la lateralidad de la rodilla no fueron covariables significativas asociadas a lesión meniscal o del LCA.

Varios estudios han informado correlaciones entre las evaluaciones radiológicas y las lesiones de tejidos blandos en las fracturas de la meseta tibial lateral (2,9,10,15,20) Gardner y cols. informaron que la lesión del menisco lateral se producía en el 83% de las fracturas cuando la depresión era superior a 6 mm y el ensanchamiento era superior a 5 mm. (9) Ringus et al. observaron que el grado de depresión articular era un predictor de patología meniscal en fracturas de meseta tibial. (10) Midiaron la profundidad de la depresión de la meseta lateral en imágenes coronales de TC de pacientes sometidos a reducción abierta y fijación interna, se observó un aumento de ocho veces en el riesgo de lesión del menisco lateral si la depresión era >10 mm. Sin embargo, todos los estudios mencionados anteriormente utilizaron resonancia magnética para detectar lesiones

intraarticulares en lugar de hallazgos intraoperatorios y en su mayoría se centraron únicamente en las lesiones de la meseta lateral y los meniscos. (12)

Tang y cols. fueron los primeros en demostrar la correlación de los parámetros de imagen preoperatorios con los hallazgos artroscópicos en las fracturas agudas de la meseta tibial. De manera similar, encontraron que las depresiones de la meseta tibial lateral >11 mm se asociaron significativamente con un mayor riesgo de desgarros del menisco lateral. (14)

A diferencia de los estudios anteriores, este estudio incluyó tanto el platillo lateral como el medial para el análisis, similar a Chang et.al. y Tang et.al. (12,14) Además, la medición del ensanchamiento del platillo tibial medial se realizó de forma diferente a la del platillo lateral debido a que la posición relativa del platillo tibial medial y del cóndilo femoral medial es en parte mantenida por el ligamento colateral medial. (14) Adicionalmente, se realizó la división de cada platillo tibial comprometido en cuatro columnas como fue realizado por otros autores (1,14).

Este estudio demostró que el valor de corte de ensanchamiento del platillo tibial medial o lateral para predecir lesión del LCA en el 60% de los casos es de 7,1 mm, aunque no tuvo un impacto significativo en el modelo de regresión logística. Por su parte, un valor de corte de 3,9 mm permite predecir lesión meniscal en el 69% de los casos y por cada milímetro que aumenta a partir de este valor, la posibilidad de presentar lesión meniscal aumenta 20% de forma significativa. Cuando se realiza el análisis de las lesiones de forma conjunta, se encuentra que un ensanchamiento del platillo de 5.4 mm se asoció a alguna de las dos lesiones hasta en 65% de los casos y aproximadamente por cada milímetro que aumenta, la posibilidad de presentar alguna de las dos lesiones aumenta 14% de forma significativa. Esto puede deberse a un factor de colinealidad. Este último valor de corte agrupado de 5,4 mm de ensanchamiento del platillo tibial para predecir alguna de las dos lesiones, se asemeja más al reportado por otros autores como Gardner et.al. que reportaron un ensanchamiento de 5 mm como predictor de lesión del menisco lateral (9) y Chang et.al., quienes determinaron un valor $>5,7$ mm de ensanchamiento como predictor de lesión del LCA. (12) No obstante, el valor de corte de ensanchamiento del platillo aislado para lesión de LCA es mayor al reportado en la literatura y para lesión meniscal es menor al reportado en la literatura. (1,9,12)

Por otra parte, se encontró un valor de corte de 8,2 mm de depresión articular con buena capacidad discriminatória para predecir lesión meniscal y por cada milímetro de depresión

articular la posibilidad de presentar lesión aumentó 8% de forma significativa. Los hallazgos relacionados con este parámetro varían en la literatura. Salari et.al. reportó una depresión articular de 4,3 mm como valor de corte para predecir lesión meniscal y por cada milímetro el riesgo aumentó 21% en pacientes estadounidenses. (1) Tang et.al. reportó un valor de corte >11 mm en pacientes taiwaneses. (14) Pu et.al. reportó un valor >7,9 mm en pacientes chinos (15), valor que es similar al encontrado en este estudio. Gardner et.al. informó una depresión articular > 6 mm como predictor de lesión meniscal en pacientes estadounidenses y de forma similar Chang et.al. reportó un valor > 6,3 mm en pacientes chinos (12)

El compromiso principal de la columna anteromedial se encontró como un factor asociado a la presencia de alguna de las dos lesiones con una probabilidad 3.44 veces mayor que cuando se compromete otra columna. A su vez, tiene una probabilidad de lesión meniscal 9,36 veces mayor que con otra zona de fractura. Este estudio demuestra que, si bien una mayor depresión articular se asocia con un riesgo significativamente mayor de lesión meniscal, esto no es uniforme en toda la meseta tibial. Por lo cual, se debe prestar atención al área de mayor depresión, ya que la depresión periférica tiene un mayor riesgo de lesión meniscal que un área más central. De manera similar, Tang et.al. informaron que las fracturas de la meseta tibial que involucraban las columnas anteromedial y posterolateral tenían un riesgo relativamente mayor de fractura concurrente por avulsión del LCA. (14) Salari et.al. reportaron que las fracturas de las zonas AL y AM tienen un riesgo 7,3 y 5,6 veces mayor de lesión meniscal, respectivamente, en comparación con la zona PL. (1)

Dentro de las fortalezas de este estudio se encuentra la determinación de predictores de lesión meniscal y del LCA en pacientes colombianos con fractura de platillos tibiales que no habían sido informados previamente y que serán de utilidad para la toma de decisiones terapéuticas, teniendo en cuenta además que las medidas radiológicas pueden variar por diferencias anatómicas entre las poblaciones estudiadas y hasta el momento sólo se disponía de estudios de otros países. Otra fortaleza es el tamaño de la muestra y el carácter multicéntrico del estudio que aumenta la representatividad de esta. Se incluyeron todos los tipos de fracturas de platillos tibiales, de menor a mayor gravedad, lo cual disminuye el sesgo de selección. Adicionalmente, la calidad y ajuste del modelo de predicción fue evaluado mediante el coeficiente R cuadrado y el criterio de información Akaike (AIC).

Hubo algunas limitaciones en este estudio. Primero, su carácter retrospectivo. Para minimizar el sesgo, los autores que midieron los parámetros en las tomografías computarizadas preoperatorias estaban cegados a los hallazgos intraoperatorios, de resonancia magnética o de artroscopia. Segundo, las lesiones meniscales o del LCA asociadas se identificaron en su mayoría de forma intraoperatoria durante la reducción abierta de la fractura y sólo en pocos casos mediante artroscopia diagnóstica o resonancia magnética preoperatoria, por lo que se pueden haber pasado por alto lesiones asociadas en caso de un abordaje quirúrgico con una limitada exposición articular, lo cual subestima la prevalencia de estas lesiones. En tercer lugar, aunque se definieron los métodos para realizar las mediciones de los parámetros radiológicos en cada uno de los platillos tibiales, el análisis de las medidas radiológicas y su asociación con las lesiones de tejidos blandos no se realizaron por separado para cada platillo tibial.

Conclusiones

La evaluación de TC preoperatoria puede ayudar a predecir lesiones de tejidos blandos intraarticulares asociadas en pacientes con fractura de platillos tibiales. Estos hallazgos se pueden aplicar directamente al ámbito clínico donde la tomografía computarizada se obtiene casi universalmente con fines preoperatorios. Además, puede ser de utilidad para el cirujano tratante con el fin de planear la reparación intraoperatoria del LCA o de lesiones meniscales clínicamente relevantes sin necesidad de realizar una resonancia magnética previa.

Bibliografía

1. Salari P, Busel G, Watson JT. A radiographic zone-based approach to predict meniscus injury in lateral tibial plateau fracture. *Injury*. 2021 Jun;52(6):1539-1543. doi: 10.1016/j.injury.2020.10.022
2. Spiro AS, Regier M, de Oliveira AN. The degree of articular depression as a predictor of soft-tissue injuries in tibial plateau fracture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(3):564–70
3. B.S. Forman JM, Karia RJ, Roy I MPH, Davidovitch MD, Egol KA. Tibial plateau fractures with and without meniscus tear. Results of a standardized treatment protocol. *Bull Hosp Joint Dis* 2013;71(2):144–51
4. Adams JDJ Jr, Loeffler MF. Soft Tissue Injury Considerations in the Treatment of Tibial Plateau Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2020 Oct;51(4):471-479. doi: 10.1016/j.ocl.2020.06.003
5. Bennett WF, Browner B. Tibial plateau fractures: A study of associated soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 1994;8(3):183–8.
6. Ibrahim DA, Swenson A, Sassoon A, et al. Classifications In Brief: The Tscherne Classification of Soft Tissue Injury. *Clin Orthop Relat Res* 2017; 475(2):560–4. doi: 10.1007/s11999-016-4980-3
7. Colletti P, Greenberg H, Terk MR. MR findings in patients with acute tibial plateau fractures. *Comput Med Imaging Graph* 1996;20(5):389–94. doi: 10.1016/s0895-6111(96)00054-7
8. Stannard JP, Stannard JT, Cook JL. Repair or reconstruction in acute posterolateral instability of the knee: decision making and surgical technique introduction. *J Knee Surg* 2015;28(6):450–4. doi: 10.1055/s-0035-1563403.
9. Gardner MJ, Yacoubian S, Geller D. et al. Prediction of soft-tissue injuries in

- Schatzker II tibial plateau fractures based on measurements of plain radio- graphs. *J Trauma* 2006;60(2):319–23 Feb. doi: 10.1097/01.ta.0000203548.50829.92
10. Ringus VM , Lemley FR , Hubbard DF , et al. Lateral tibial plateau frac- ture depression as a predictor of lateral meniscus pathology. *Orthopaedics* 2010;33(2):80–4. doi: 10.3928/01477447-20100104-05
 11. Durakbasa MO, Kose O, Ermis MN, Demirtas A, Gunday S, Islam C. Measurement of lateral plateau depression and lateral plateau widening in a Schatzker type II fracture can predict a lateral meniscal injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(9):2141–6. doi: 10.1007/s00167-012-2195-z.
 12. Chang H, Zheng Z, Shao D, Yu Y, Hou Z, Zhang Y. Incidence and radiological predictors of concomitant meniscal and cruciate ligament injuries in operative Tibial plateau fractures: a prospective diagnostic study. *Sci Rep.* 2018;8(1):13317. doi: 10.1038/s41598-018-31705-x
 13. Kolb JP, Regier M, Vettorazzi E, Stiel N, Petersen JP, Behzadi C, et al. Prediction of meniscal and ligamentous injuries in lateral Tibial plateau fractures based on measurements of lateral plateau widening on multidetector computed tomography scans. *Biomed Res Int.* 2018;5353820. doi: 10.1155/2018/5353820
 14. Tang HC, Chen IJ, Yeh YC, Weng CJ, Chang SS, Chen AC, et al. Correlation of parameters on preoperative CT images with intra-articular soft-tissue injuries in acute tibial plateau fractures: a review of 132 patients receiving ARIF. *Injury.* 2017;48(3):745–50. doi: 10.1155/2018/5353820
 15. Pu Y, Lei Z, Wenge D, Yue X, Xiaowei J, Kejie W, Yiwen Z, Zihui H, Xiaoyu D. Correlation between CT images of lateral plateau and lateral meniscus injuries in patients with Schatzker II tibial plateau fractures:a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022 Jan 3;23(1):9. doi: 10.1186/s12891-021-04967-2
 16. Shepherd, L, Abdollahi, K, Lee, J, Vangsness, CT. Jr. The prevalence of soft tissue injuries in nonoperative tibial plateau fractures as determined by magnetic resonance imaging. *J Orthop Trauma.* 2022;16:628–631. doi: 10.1097/00005131-200210000-00003
 17. Mohamed, AH. et al. Arthroscopic Evaluation of Soft Tissue Injuries in Tibial Plateau Fractures: Retrospective Analysis of 98 Cases. *Arthroscopy the Journal of*

- Arthroscop** & Related Surgery. 2006;22:669–675. doi: 10.1016/j.arthro.2006.01.018
18. Levy, B. A., Herrera, D., Macdonald, P. & Cole, P. The “Medial Approach” for Arthroscopic Assisted Fixation of Lateral Tibial Plateau Fractures: Mid to Long Term Results (SS-42). *Arthroscopy the Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007;23:e21-e21. doi: 10.1097/BOT.0b013e31815b35bf
19. Gardner, M. J. *et al.* The incidence of soft tissue injury in operative tibial plateau fractures: a magnetic resonance imaging analysis of 103 patients. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2005;19:79. doi: 10.1097/00005131-200502000-00002.
20. Wang, J., Wei, J. & Wang, M. The distinct prediction standards for radiological assessments associated with soft tissue injuries in the acute tibial plateau fracture. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology Orthopedie Traumatologie*. 2015;25:913–920. doi: 10.1007/s00590-015-1614-5