UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA

“PREVALENCIA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO”

POR

MELISSA EDITH MONSIVAIS CASTILLO

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALIDAD EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

MONTERREY, NUEVO LEÓN

JULIO 2026

UANL

"PREVALENCIA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO"

POR: MELISSA EDITH MONSIVAIS CASTILLO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

DR. MED. CARLOS ALBERTO ACOSTA OLIVO
DIRECTOR DE TESIS

DR MED SANTIAGO DE LA GARZA CASTRO
COORDINADOR DE POSGRADO

DR. MED. CARLOS ALBERTO ACOSTA OLIVO
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

DR. MED. VICTOR MANUEL PEÑA MARTINEZ
JEFE DE SERVICIO

DR. MED. FELIPE ARTURO MORALES MARTINEZ
SUBDIRECTOR DE ESTUDIOS DE POSGRADO

UANL

"PREVALENCIA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO"

Este trabajo fue realizado en Monterrey, Nuevo León, en el Servicio de Ortopedia y Traumatología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la dirección del Dr. med. Carlos Alberto Acosta Olivo.

DR. MED. CARLOS ALBERTO ACOSTA OLIVO

DIRECTOR DE TESIS

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS iii
DEDICATORIA iv
Abreviatura v
Lista de Tablas vi
RESUMEN vii
ABSTRACT ix
I. INTRODUCCIÓN 1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
III. JUSTIFICACIÓN 2
IV. HIPÓTESIS 3
V. OBJETIVOS 3
VI. MATERIAL Y MÉTODOS 3
VII. VARIABLES 4
VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 5
IX. RESULTADOS 7
9.1. Prevalencia acumulada de lesión de LCA 7
9.2. Lesión de LCA según sexo 8
9.3. Lesión de LCA según grupo deportivo 10
9.4. Lesión de LCA por deporte específico 11
9.5. Características de los atletas lesionados 11
9.5.1. Mecanismo de lesión 12
9.5.2. Terreno de lesión 12
9.5.3. Momento de lesión 13
9.5.4. Tiempo hasta el diagnóstico 13
9.5.5. Retorno al entrenamiento/deporte 14
9.6. Regresión logística 15
X. DISCUSIÓN 17
XI. CONCLUSIONES 23

XII. BIBLIOGRAFÍA..... 25
XIII. ANEXOS..... 28
XIV. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO..... 31

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme y darme la fuerza necesaria para concluir esta etapa tan importante de mi vida. A mi familia, por ser mi mayor apoyo durante todos estos años. Gracias por su amor, paciencia, comprensión y por acompañarme incluso en los momentos más difíciles de mi formación. Cada logro alcanzado también es de ustedes.

A mi madre, por enseñarme el valor del trabajo, la disciplina y la perseverancia. Gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir adelante y por ser ejemplo constante de entrega y fortaleza.

A mi asesor de tesis, el Dr. med. Carlos Alberto Acosta Olivo, por su acompañamiento, orientación y apoyo en la elaboración de este proyecto. Gracias por compartir su experiencia y por contribuir de manera fundamental a mi formación académica y profesional. Al Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” y a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por ser mi casa de formación y por brindarme las herramientas necesarias para crecer como especialista.

A todas las personas que formaron parte de este proceso, gracias por contribuir a la culminación de este trabajo y de esta etapa de mi vida profesional.

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme durante este camino, por darme fortaleza en los momentos de mayor exigencia y por permitirme culminar una etapa fundamental en mi formación profesional.

A mis hermanos y mi abuelita, por su amor, apoyo incondicional y paciencia durante todos estos años. Gracias por acompañarme en cada paso, por comprender mis ausencias y por ser una fuente constante de motivación.

A mi madre, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la disciplina, la responsabilidad y la perseverancia. Cada logro alcanzado es también reflejo de su entrega, apoyo y confianza en mí.

A mis maestros y médicos adscritos, por compartir sus conocimientos, experiencia y exigencia académica, elementos indispensables en mi formación como especialista en Ortopedia y Traumatología.

A mis compañeros de residencia, por su amistad, apoyo y compañerismo durante las largas jornadas, guardias, aprendizajes y retos compartidos.

A los atletas, quienes con disciplina, constancia y entrega representan la esencia del alto rendimiento deportivo. Este trabajo está dedicado también a ellos, con el deseo de contribuir a una mejor comprensión, prevención y atención de las lesiones deportivas.

Abreviatura

Abreviatura	Significado
LCA	Ligamento cruzado anterior
IMC	Índice de masa corporal
OR	Odds ratio
IC95%	Intervalo de confianza del 95%
RIC	Rango intercuartílico
RM	Resonancia magnética
OyT	Ortopedia y Traumatología
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
HU	Hospital Universitario
DE	Desviación estándar
n	Número de sujetos
p	Valor de significancia estadística
X^2	Chi cuadrada
kg/m^2	Kilogramos por metro cuadrado
vs	Versus

Lista de Tablas

Tabla	Título
Tabla 1	Descripción general de la muestra
Tabla 2	Prevalencia acumulada de lesión de ligamento cruzado anterior
Tabla 3	Lesión de ligamento cruzado anterior según sexo
Tabla 4	Asociación entre sexo y lesión de ligamento cruzado anterior
Tabla 5	Uso de anticonceptivos orales previo a la lesión
Tabla 6	Periodo del ciclo menstrual y lesión de ligamento cruzado anterior
Tabla 7	Prevalencia de lesión de ligamento cruzado anterior por grupo deportivo
Tabla 8	Asociación entre grupo deportivo y lesión de ligamento cruzado anterior
Tabla 9	Prevalencia de lesión de ligamento cruzado anterior por deporte específico
Tabla 10	Edad al momento de la lesión
Tabla 11	Mecanismo de lesión en atletas con lesión de ligamento cruzado anterior
Tabla 12	Terreno donde ocurrió la lesión
Tabla 13	Tipo de calzado utilizado en lesiones ocurridas sobre césped sintético
Tabla 14	Momento de lesión
Tabla 15	Tiempo hasta el diagnóstico
Tabla 16	Categorías de tiempo hasta diagnóstico
Tabla 17	Tiempo de retorno al deporte
Tabla 18	Categorías de retorno al entrenamiento/deporte
Tabla 19	Regresión logística para lesión de ligamento cruzado anterior

RESUMEN

Introducción: La lesión del ligamento cruzado anterior representa una de las lesiones deportivas de mayor relevancia clínica y funcional en atletas de alto rendimiento. Su presentación se relaciona con mecanismos directos e indirectos, especialmente en disciplinas que implican desaceleración, pivote, cambios bruscos de dirección, aterrizaje, rotación con apoyo fijo y contacto físico. En atletas universitarios, esta lesión puede condicionar suspensión prolongada de la actividad deportiva, necesidad de tratamiento quirúrgico, rehabilitación extensa y retraso en el retorno al deporte.

Objetivo: Determinar la prevalencia acumulada de lesión de ligamento cruzado anterior en atletas universitarios de alto rendimiento y explorar su asociación con sexo, grupo deportivo, índice de masa corporal y características clínicas/deportivas relacionadas.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, transversal, analítico basado en encuesta estructurada aplicada a atletas universitarios de alto rendimiento. Se incluyeron atletas de 18 a 30 años con consentimiento aceptado y registro de disciplina deportiva. La variable principal fue el antecedente de lesión de ligamento cruzado anterior en los últimos cinco años. Las variables independientes incluyeron sexo, edad, índice de masa corporal, deporte, grupo deportivo, mecanismo de lesión, terreno, momento de lesión, tiempo hasta diagnóstico y retorno al deporte. La prevalencia acumulada se calculó como el número de atletas con antecedente de lesión de ligamento cruzado anterior dividido entre el total de atletas incluidos. Se utilizaron pruebas de Chi cuadrada o prueba exacta de Fisher para comparar proporciones, y regresión logística binaria para explorar factores asociados a lesión.

Resultados: Se analizaron 239 atletas universitarios de alto rendimiento. La prevalencia acumulada de lesión de ligamento cruzado anterior en los últimos cinco años fue de 25.5%, correspondiente a 61 atletas lesionados. No se observaron diferencias significativas por sexo, con prevalencia de 25.2% en mujeres y 25.9% en hombres; la prueba exacta de Fisher mostró p = 1.000. La

mayor prevalencia se observó en deportes de pivote/contacto, con 32.2%, seguida de salto/combate con 18.0%, otro/no especificado con 11.1% y carrera/lanzamiento/raqueta con 8.7%. La asociación entre grupo deportivo y lesión de ligamento cruzado anterior fue estadísticamente significativa mediante Chi cuadrada, p = 0.022, y prueba exacta de Fisher simulada, p = 0.0236. En el modelo multivariado, los deportes de pivote/contacto se asociaron con mayor probabilidad de lesión en comparación con deportes de carrera/lanzamiento/raqueta, con OR 5.54, IC95% 1.51-35.85, p = 0.026. Entre los atletas lesionados, la edad promedio al momento de la lesión fue de 21.0 ± 2.95 años. El mecanismo más frecuente fue no contacto/indirecto, con 36.1%; la superficie más común fue sintética, con 41.0%; y el momento más frecuente fue competencia, con 67.2%. La mediana de tiempo hasta el diagnóstico fue de 10.5 días, con RIC de 2 a 45 días, y la mediana de retorno al deporte fue de 6 meses, con RIC de 6 a 10 meses.

Conclusiones: La prevalencia acumulada autorreportada de lesión de ligamento cruzado anterior fue elevada en esta muestra de atletas universitarios de alto rendimiento. No se encontraron diferencias significativas por sexo. El principal factor asociado fue la práctica de deportes de pivote/contacto, los cuales presentaron mayor prevalencia y mayor probabilidad ajustada de lesión. Los hallazgos apoyan la necesidad de implementar programas preventivos neuromusculares dirigidos especialmente a deportes con demandas de pivote, desaceleración, contacto y rotación con apoyo fijo.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, atletas universitarios, alto rendimiento, lesión deportiva, prevalencia, pivote, traumatología deportiva.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament injury is one of the most clinically and functionally relevant sports injuries among high-performance athletes. It is commonly associated with direct and indirect mechanisms, particularly in sports involving deceleration, pivoting, sudden changes of direction, landing, rotation with a fixed foot, and physical contact. In collegiate athletes, this injury may lead to prolonged sports interruption, surgical treatment, extensive rehabilitation, and delayed return to sport.

Objective: To determine the cumulative prevalence of anterior cruciate ligament injury among high-performance collegiate athletes and to explore its association with sex, sports group, body mass index, and related clinical and sports characteristics.

Materials and methods: An observational, cross-sectional, retrospective, and analytical study was conducted using a structured survey applied to high-performance collegiate athletes. Athletes aged 18 to 30 years who provided consent and reported their sports discipline were included. The main outcome variable was a history of anterior cruciate ligament injury within the previous five years. Independent variables included sex, age, body mass index, sport, sports group, injury mechanism, playing surface, timing of injury, time to diagnosis, and return to sport. Cumulative prevalence was calculated as the number of athletes with a history of anterior cruciate ligament injury divided by the total number of athletes included in the analysis. Chi-square or Fisher's exact test was used to compare proportions, and binary logistic regression was performed to explore factors associated with anterior cruciate ligament injury.

Results: A total of 239 high-performance collegiate athletes were analyzed. The cumulative prevalence of anterior cruciate ligament injury within the previous five years was 25.5%, corresponding to 61 injured athletes. No significant differences were observed by sex, with a prevalence of 25.2% in women and 25.9% in men; Fisher's exact test showed $p = 1.000$. The highest prevalence was observed in pivot/contact sports, with 32.2%, followed by jump/combat sports with 18.0%,

other/unspecified sports with 11.1%, and running/throwing/racket sports with 8.7%. The association between sports group and anterior cruciate ligament injury was statistically significant by Chi-square test, p = 0.022, and simulated Fisher's exact test, p = 0.0236. In the multivariate model, pivot/contact sports were associated with higher odds of injury compared with running/throwing/racket sports, with OR 5.54, 95% CI 1.51-35.85, p = 0.026. Among injured athletes, the mean age at injury was 21.0 ± 2.95 years. The most frequent mechanism was non-contact/indirect injury, observed in 36.1%; the most common surface was synthetic turf, reported in 41.0%; and the most frequent timing of injury was during competition, reported in 67.2%. The median time to diagnosis was 10.5 days, with an interquartile range of 2 to 45 days, and the median return to sport was 6 months, with an interquartile range of 6 to 10 months.

Conclusions: The self-reported cumulative prevalence of anterior cruciate ligament injury was high in this sample of high-performance collegiate athletes. No significant differences were found according to sex. The main associated factor was participation in pivot/contact sports, which showed both the highest prevalence and increased adjusted odds of injury. These findings support the implementation of neuromuscular prevention programs focused particularly on sports involving pivoting, deceleration, contact, and rotation with a fixed foot.

Keywords: anterior cruciate ligament, collegiate athletes, high performance, sports injury, prevalence, pivot, sports traumatology.

I. INTRODUCCIÓN

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) representa una de las lesiones deportivas más relevantes por su frecuencia, impacto funcional, costo de atención, necesidad potencial de tratamiento quirúrgico y riesgo de secuelas a largo plazo.[1–3] En atletas de alto rendimiento, esta lesión puede condicionar suspensión prolongada de la práctica deportiva, alteración en el rendimiento, pérdida de temporadas competitivas y riesgo de osteoartrosis temprana de rodilla.[4–6]

Desde el punto de vista anatómico, el LCA es una estructura intraarticular y extrasinovial que contribuye de forma fundamental a la estabilidad anteroposterior y rotacional de la rodilla. Su función principal es limitar la traslación anterior de la tibia respecto al fémur, además de participar en el control de la rotación tibial y la estabilidad durante movimientos dinámicos.

Los mecanismos de lesión descritos en atletas incluyen mecanismos directos y no directos. En los mecanismos no contacto o indirectos, la lesión ocurre típicamente durante desaceleración, cambio de dirección, aterrizaje o giro con el pie fijo, especialmente cuando existe combinación de valgo dinámico, rotación interna, extensión relativa de rodilla y fuerza de traslación anterior.[6–8] Los mecanismos directos se asocian con contacto físico, colisiones, barridas o impactos durante la práctica deportiva.

La literatura ha señalado diferencias en el riesgo de lesión según sexo, deporte y tipo de exposición deportiva. Sin embargo, en el contexto mexicano existen menos datos específicos sobre atletas universitarios de alto rendimiento. Por ello, resulta relevante estimar la prevalencia local, describir los patrones deportivos asociados y explorar características del mecanismo, superficie y retorno deportivo.[9,10]

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La práctica deportiva universitaria de alto rendimiento expone a los atletas a entrenamientos y competencias con alta demanda física. Dentro de las lesiones musculoesqueléticas, la lesión de LCA es una de las de mayor repercusión clínica y deportiva. Aunque existen estudios internacionales sobre incidencia y factores de riesgo, la disponibilidad de datos locales en atletas universitarios mexicanos es limitada.

La ausencia de información epidemiológica local dificulta dimensionar la magnitud del problema y establecer estrategias preventivas específicas para los deportes con mayor riesgo. Además, variables como sexo, tipo de deporte, mecanismo de lesión, superficie de juego, calzado, momento de la lesión, tiempo hasta diagnóstico y retorno al deporte pueden aportar información útil para entrenadores, médicos del deporte, traumatólogos y equipos universitarios.

III. JUSTIFICACIÓN

Conocer la prevalencia acumulada de lesión de LCA en atletas universitarios de alto rendimiento permite estimar la carga de enfermedad dentro de una población con alta exposición deportiva. Este conocimiento puede orientar programas de prevención neuromuscular, tamizaje de factores de riesgo, educación del atleta y optimización de protocolos de retorno al deporte.

El presente estudio es pertinente porque integra una muestra de atletas universitarios de diferentes disciplinas y permite comparar la prevalencia de lesión entre grupos deportivos. La identificación de deportes de mayor riesgo puede facilitar intervenciones dirigidas, especialmente en disciplinas con movimientos de pivote, contacto, desaceleración y cambios de dirección.

Además, la descripción del tiempo hasta diagnóstico y del retorno al deporte puede revelar áreas de oportunidad en la atención clínica, el acceso a imagen diagnóstica, la referencia oportuna y la vigilancia del retorno deportivo posterior a la lesión.

IV. HIPÓTESIS

La prevalencia de antecedente de lesión de ligamento cruzado anterior en atletas universitarios es mayor en quienes practican deportes con pivote y contacto que en quienes practican deportes sin pivote, diferencia que se mantiene al ajustar por sexo.

V. OBJETIVOS

Determinar la prevalencia de las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas de alto rendimiento universitarios.

- Objetivos específicos: 1) Comparar la prevalencia de lesión de LCA según sexo. 2) Comparar la prevalencia de lesión de LCA según el deporte específico. 3) Describir el mecanismo de lesión, terreno, momento de lesión, tiempo hasta diagnóstico y retorno al deporte en atletas lesionados. 4) Examinar la relación entre el uso de anticonceptivos y la prevalencia de lesiones de LCA en atletas femeninas a través de encuestas que se realizaran vía cuestionario en línea.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Estudio observacional, transversal y analítico, basado en encuesta estructurada aplicada a atletas universitarios de alto rendimiento.

Cálculo de tamaño de muestra y muestreo Se realizó el cálculo de tamaño de muestra utilizando la fórmula de estimación de una proporción una población infinita con el objetivo de determinar los factores relacionados a la lesión del ligamento cruzado anterior en atletas. Se utilizó como base el artículo de Takahashi y Okuwaki[10] en el que el valor p fue de 0.81 y se quiso tener un nivel de significancia a dos colas del 0.05 y un poder del 95%; dando un total de 237 pacientes requeridos para este estudio.

Mecanismo de confidencialidad de los datos: Para proteger la privacidad de los participantes, todos los datos estarán anonimizados antes del análisis, eliminando cualquier información que permita identificar directamente a los sujetos. Además, el acceso a los datos estará restringido únicamente al equipo de investigación, y los datos serán almacenados en servidores seguros protegidos por contraseñas y encriptación. Los datos recopilados se mantendrán almacenados por un período de cinco años después de la publicación de los resultados y luego serán destruidos de manera segura.

Población de estudio: Atletas universitarios de alto rendimiento de 18 a 30 años, sin distinción de sexo, pertenecientes a diferentes disciplinas deportivas y con participación en competencias de alto nivel.

Criterios de inclusión: atletas de 18 a 30 años, consentimiento aceptado, práctica deportiva de alto rendimiento y registro de disciplina deportiva. Para el análisis de prevalencia se incluyeron atletas con y sin antecedente de lesión de LCA en los últimos cinco años.

Criterios de exclusión/eliminación: registros sin consentimiento, edad fuera del rango establecido, pacientes que hayan presentado la lesión de LCA no relacionado con su actividad deportiva, pacientes con diagnóstico de enfermedades sistemicas relacionados con debilidad de la colagena, antecedente de lesiones previas en la rodilla como fracturas y atletas con antecedente de uso de esteroides crónicos o sustancias ilicitas.

Fuente de información: La información fue obtenida a través de una base de datos derivada de encuesta electrónica, con variables demográficas, antropométricas, deportivas y clínicas relacionadas con lesión de LCA.

VII. VARIABLES

La variable dependiente principal fue el antecedente de lesión de LCA en los últimos cinco años, codificada como 0 = no y 1 = sí. Las variables independientes incluyeron sexo, edad, peso, talla, IMC, universidad, deporte, grupo deportivo,

competencia, posición, práctica mayor a un año, edad al momento de la lesión, año de lesión, mecanismo, lateralidad, terreno de lesión, terreno de entrenamiento, calzado, momento de lesión, retorno al deporte, tiempo hasta diagnóstico, lesión previa de rodilla, anticonceptivos orales en mujeres, fase menstrual, terapia prequirúrgica y cirugía de LCA. Para el análisis por tipo de deporte, las disciplinas fueron agrupadas de acuerdo con sus demandas biomecánicas predominantes y el patrón de exposición relacionado con lesión de LCA. Se clasificaron como deportes de pivote/contacto aquellos que implican cambios rápidos de dirección, desaceleración, rotación con apoyo fijo y/o contacto físico, incluyendo fútbol soccer, fútbol americano, basquetbol, handball, rugby, tenis y lacrosse. Los deportes de salto/combate incluyeron voleibol, karate, taekwondo, box, lucha olímpica, jiujitsu y jiu-jitsu brasileño, debido a su predominio de aterrizajes, giros, patadas, movimientos explosivos y contacto intermitente. Los deportes de carrera/lanzamiento incluyeron atletismo, , esgrima, softbol, béisbol y carrera, por presentar menor exposición relativa a pivote repetitivo y contacto directo. Finalmente, las disciplinas que no pudieron clasificarse con certeza fueron agrupadas como otro/no especificado.

VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cuantitativas se describieron mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución y utilidad clínica. Las variables categóricas se reportaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

La prevalencia acumulada de lesión de LCA se calculó como el número de atletas con antecedente de lesión de LCA dividido entre el total de atletas incluidos en el análisis principal. Para comparar proporciones se utilizó prueba de Chi cuadrada o prueba exacta de Fisher cuando existieron frecuencias esperadas pequeñas. Para la asociación entre grupo deportivo y lesión de LCA se confirmó el resultado mediante prueba exacta de Fisher simulada con 10,000 réplicas.

Finalmente, se construyó un modelo de regresión logística binaria utilizando como variable dependiente la lesión de LCA en los últimos cinco años. Las

variables independientes incluidas fueron sexo, grupo deportivo e IMC. Los resultados se expresaron como odds ratio (OR), intervalo de confianza del 95% y valor de p. Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

IX. RESULTADOS

La base de datos original incluyó 253 registros y 40 variables. Tras aplicar los criterios del análisis principal, se incluyeron 239 atletas universitarios de alto rendimiento. De ellos, 61 presentaron antecedente de lesión de LCA en los últimos cinco años y 178 no reportaron lesión.

Concepto	Resultado
Registros totales en base original	253
Variables disponibles	40
Atletas incluidos en análisis principal	239
Atletas con lesión de LCA en últimos 5 años	61
Atletas sin lesión de LCA	178

Tabla 1 Descripción general de la muestra

9.1. Prevalencia acumulada de lesión de LCA

La prevalencia acumulada de lesión de LCA en los últimos cinco años fue de 25.5%. Esto corresponde a 61 atletas lesionados de un total de 239 incluidos en el análisis principal.

Variable	n	%
Sin lesión de LCA	178	74.5%
Con lesión de LCA	61	25.5%
Total	239	100%

Tabla 2 Prevalencia acumulada de lesión de ligamento cruzado anterior

9.2. Lesión de LCA según sexo

La prevalencia de lesión de LCA fue similar entre mujeres y hombres. En mujeres fue de 25.2%, mientras que en hombres fue de 25.9%. No se encontró asociación estadísticamente significativa entre sexo y lesión de LCA.

Sexo	Sin LCA n	Con LCA n	Total	Prevalencia LCA
Femenino	92	31	123	25.2%
Masculino	86	30	116	25.9%
Total	178	61	239	25.5%

Tabla 3 Lesión de ligamento cruzado anterior según sexo

Prueba/estimador	Resultado
Chi cuadrada con corrección de Yates	p = 1.000
Prueba exacta de Fisher	p = 1.000
OR masculino vs femenino	1.03
IC95% del OR	0.55 - 1.93

Tabla 4 Asociación entre sexo y lesión de ligamento cruzado anterior

Dentro del subgrupo de mujeres con antecedente de lesión de LCA, se exploró el uso de anticonceptivos orales previo al evento. De las 31 mujeres lesionadas, 3 reportaron uso de anticonceptivos orales antes de la lesión, correspondiente al 9.7% del subgrupo femenino lesionado. Debido al bajo número de casos expuestos y al carácter retrospectivo de esta variable, este hallazgo se reporta únicamente de forma descriptiva y exploratoria, sin establecer asociación estadística ni inferencia causal.

Uso de anticonceptivos orales previo a la lesión	n	%
Sí	3	9.7%
No	28	90.3%
Total	31	100%

Tabla 5 Uso de anticonceptivos orales previo a la lesión

Se encuestó a 123 mujeres atletas, de las cuales 31 (25.2%) presentaron antecedente de lesión de LCA. Dentro de este subgrupo, 9 atletas no recordaron la fase del ciclo menstrual en la que ocurrió la lesión. Entre las 23 restantes con fase identificada, la distribución fue: fase menstrual (días 1-5) n=3 (13.0%), fase folicular (días 6-13) n=4 (17.4%), ovulación (día 14) n=6 (26.1%) y fase lútea (días 15-28) n=10 (43.5%), siendo esta última la de mayor frecuencia absoluta. Dado que estas fases no tienen igual duración dentro de un ciclo de 28 días (menstrual: 5 días; folicular: 8 días; ovulación: 1 día; lútea: 14 días), se calculó adicionalmente la razón entre el porcentaje observado de lesiones y el porcentaje esperado según la duración de cada fase. Bajo este ajuste, el día de ovulación mostró una razón observado/esperado de aproximadamente 7.3 (26.1% de las lesiones concentradas en un día que representa solo 3.6% del ciclo), muy por encima del resto de las fases, mientras que la fase lútea presentó una razón cercana a 1 (0.87), es decir, proporcional a su propia duración.

Periodo del ciclo menstrual	Fase menstrual (Días 1-5)	Fase folicular (Días 6-13)	Ovulación (Día 14)	Fase lútea (Día 15-28)	No recuerdo
Atletas con lesión de LA	3	4	6	9	9

Tabla 6 Periodo del ciclo menstrual y lesión de ligamento cruzado anterior

9.3. Lesión de LCA según grupo deportivo

Para facilitar la comparación entre disciplinas y evitar estimaciones inestables por deportes con tamaños muestrales pequeños, los deportes fueron agrupados según su patrón biomecánico predominante. Esta agrupación permitió comparar categorías deportivas con demandas similares relacionadas con lesión de LCA, particularmente pivote, contacto, desaceleración, aterrizaje y rotación con apoyo fijo. La mayor prevalencia se observó en deportes de pivote/contacto, con 32.2%. La asociación entre grupo deportivo y lesión de LCA fue estadísticamente significativa mediante Chi cuadrada y fue confirmada por prueba exacta de Fisher simulada.

Grupo deportivo	Total n	LCA n	Prevalencia
Pivote/contacto	146	47	32.2%
Salto/combate	61	11	18.0%
Otro/no especificado	9	1	11.1%
Carrera/lanzamiento/raqueta	23	2	8.7%

Tabla 7 Prevalencia de lesión de ligamento cruzado anterior por grupo deportivo

Prueba	Resultado
Chi cuadrada de Pearson	X2 = 9.63
Grados de libertad	3
p por Chi cuadrada	0.022
Fisher exacta simulada, 10,000 réplicas	p = 0.0236

Tabla 8 Asociación entre grupo deportivo y lesión de ligamento cruzado anterior

9.4. Lesión de LCA por deporte específico

Al analizar por deporte específico, fútbol soccer concentró el mayor número absoluto de lesiones, con 31 casos entre 83 atletas, correspondiente a una prevalencia de 37.3%. Algunos deportes mostraron prevalencias elevadas por tener tamaños muestrales muy pequeños, por lo que deben interpretarse con cautela.

Deporte	Total n	LCA n	Prevalencia
Jiujitsu	1	1	100.0%
Lucha Olímpica	1	1	100.0%
Karate	9	4	44.4%
Fútbol soccer	83	31	37.3%
Rugby	3	1	33.3%
Basquetbol	34	9	26.5%
Fútbol americano	16	4	25.0%
Taekwondo	8	2	25.0%
Handball	5	1	20.0%
Lacrosse	5	1	20.0%
Atletismo	20	2	10.0%
Voleibol	40	4	10.0%
Otros deportes con 0 casos	26	0	0.0%

Tabla 9 Prevalencia de lesión de ligamento cruzado anterior por deporte específico

9.5. Características de los atletas lesionados

Entre los 61 atletas con antecedente de lesión de LCA, la edad promedio al momento de la lesión fue de 21.0 años, con desviación estándar de 2.95 años.

Variable	Resultado
Media de edad al lesionarse	21.0 años
Desviación estándar	2.95 años

Tabla 10 Edad al momento de la lesión

9.5.1. Mecanismo de lesión

Mecanismo	n	%
No contacto/indirecto	22	36.1%
Contacto/directo	19	31.1%
No clasificado	18	29.5%
Sin dato/celda vacía	2	3.3%
Total	61	100%

Tabla 11 Mecanismo de lesión en atletas con lesión de ligamento cruzado anterior

El mecanismo más frecuente fue no contacto/indirecto, compatible con desaceleración, cambio de dirección, aterrizaje o giro con pie fijo. Sin embargo, casi un tercio de los casos quedó como no clasificado, lo cual representa un área de oportunidad para reclasificación manual del texto libre.

9.5.2. Terreno de lesión

Terreno	n	%
Sintético	25	41.0%
Natural	13	21.3%
Duela	8	13.1%
Pavimento/cemento	8	13.1%
Tatami/colchoneta	5	8.2%
Suelo gimnasio	1	1.6%
Sin dato/celda vacía	1	1.6%
Total	61	100%

Tabla 12 Terreno donde ocurrió la lesión

Dentro del subgrupo de 25 atletas lesionados sobre césped sintético, se identificó el tipo de calzado utilizado al momento de la lesión: 17 (68.0%) empleaban calzado tipo tachón (screw-in) y 8 (32.0%) calzado multitaco.

Tipo de calzado	n	%
Tachón (screw-in)	17	68.0%
Multitaco	8	32.0%
Total	25	100%

Tabla 13 Tipo de calzado utilizado en lesiones ocurridas sobre césped sintético

9.5.3. Momento de lesión

Momento	n	%
Competencia	41	67.2%
Entrenamiento regular	12	19.7%
Pretemporada	5	8.2%
Precompetencia	1	1.6%
Recreativo	1	1.6%
Sin dato/celda vacía	1	1.6%
Total	61	100%

Tabla 14 Momento de lesión

9.5.4. Tiempo hasta el diagnóstico

La mediana de tiempo hasta el diagnóstico fue de 10.5 días, con rango intercuartílico de 2 a 45 días.

Variable	Resultado
Mediana	10.5 días
RIC 25-75%	2 - 45 días

Tabla 15 Tiempo hasta el diagnóstico

Tiempo hasta diagnóstico	n	%
1-2 semanas	18	29.5%
≤2 días	16	26.2%
>1 mes	16	26.2%
1 mes	8	13.1%
Sin dato/celda vacía	3	4.9%
Total	61	100%

Tabla 16 Categorías de tiempo hasta diagnóstico

9.5.5. Retorno al entrenamiento/deporte

La mediana de retorno al deporte fue de 6 meses, con rango intercuartílico de 6 a 10 meses.

Variable	Resultado
Mediana	6 meses
RIC 25-75%	6 - 10 meses

Tabla 17 Tiempo de retorno al deporte

Tiempo de retorno	n	%
<8 meses	31	50.8%
8-12 meses	20	32.8%
18 meses	4	6.6%
No retornó/aún no retorna	3	4.9%
Sin dato/celda vacía	3	4.9%
Total	61	100%

Tabla 18 Categorías de retorno al entrenamiento/deporte

9.6. Regresión logística

Se realizó una regresión logística binaria utilizando la lesión de LCA en los últimos cinco años como variable dependiente. Las variables independientes incluidas fueron sexo, grupo deportivo e IMC. El modelo excluyó tres observaciones por datos faltantes.

Variable	OR	IC95%	p
Sexo masculino vs femenino	0.80	0.41 - 1.52	0.497
Otro/no especificado vs carrera/lanzamiento/raqueta	1.64	0.07 - 20.10	0.704
Pivote/contacto vs carrera/lanzamiento/raqueta	5.54	1.51 - 35.85	0.026
Salto/combate vs carrera/lanzamiento/raqueta	2.52	0.60 - 17.35	0.259
IMC, por cada 1 kg/m2	1.08	0.99 - 1.18	0.071

Tabla 19 Regresión logística para lesión de ligamento cruzado anterior

En el análisis multivariado, la práctica de deportes de pivote/contacto se asoció significativamente con mayor probabilidad de lesión de LCA. Los atletas en este grupo presentaron 5.54 veces mayores odds de lesión de LCA en comparación con deportes de carrera/lanzamiento/raqueta, ajustando por sexo e IMC.

X. DISCUSIÓN

En el presente estudio, la prevalencia acumulada autorreportada de lesión de LCA en los últimos cinco años fue de 25.5%, lo que representa una carga considerable dentro de la población de atletas universitarios de alto rendimiento evaluada. Este hallazgo debe interpretarse dentro del contexto metodológico del estudio, ya que la información proviene de encuesta y puede estar influida por sesgo de selección o de memoria; sin embargo, permite dimensionar la magnitud del problema en una población local con exposición deportiva elevada.

La prevalencia acumulada de lesión de LCA en los últimos cinco años encontrada en la presente muestra (25.5%; 61/239 atletas) es comparable, aunque en el extremo superior, a la reportada por otros estudios que emplean metodología similar de autorreporte retrospectivo. En una encuesta piloto realizada en atletas universitarias de sexo femenino en el Reino Unido, se identificó una prevalencia de antecedente de lesión de LCA de 18.8%[11], mientras que en un estudio transversal en futbolistas de Jeddah, Arabia Saudita, la prevalencia autorreportada fue de 14.7%[12]. En contraste, los estudios de vigilancia prospectiva —que emplean una unidad de medida distinta (tasa por exposición-atleta o por temporada, en lugar de prevalencia acumulada)— reportan cifras considerablemente menores: en un estudio prospectivo de tres cohortes en atletas universitarios varsity, la incidencia de lesión de LCA sin contacto fue de 1.93% por temporada[13], lo que, de extrapolarse de forma simple a un periodo de cinco temporadas, resultaría en una cifra sustancialmente inferior al 25.5% observado en este estudio. Esta discrepancia debe interpretarse con cautela, ya que las diferencias metodológicas entre ambos enfoques —autorreporte retrospectivo con posible sesgo de recuerdo frente a vigilancia prospectiva con diagnóstico clínico confirmado, así como diferencias en el tipo de deporte, nivel competitivo y mecanismo de lesión incluido (contacto y no contacto en el presente estudio, frente a solo no contacto en otros)— limitan la comparabilidad directa. No obstante, la cifra obtenida es consistente con el perfil de riesgo esperado para una población de atletas de alto rendimiento que practican predominantemente deportes de pivote/contacto, en quienes este estudio

documentó una prevalencia de 32.2%, cercana al límite superior de lo reportado en la literatura para subgrupos de alto riesgo.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la ausencia de diferencia significativa por sexo. Aunque diversas publicaciones han reportado mayor riesgo de LCA en mujeres, especialmente en deportes de pivote y aterrizaje, en esta muestra la prevalencia fue prácticamente igual entre hombres y mujeres. Esta discrepancia puede explicarse por la composición de la muestra, el tipo de deportes representados, el nivel competitivo, las diferencias en exposición deportiva o el tamaño muestral. También es posible que la agrupación de múltiples deportes o el autorreporte hayan atenuado diferencias específicas por disciplina.

Respecto al uso de anticonceptivos orales, este estudio lo incluyó como variable exploratoria debido a la posible relación descrita entre factores hormonales, laxitud ligamentaria y riesgo de lesión de LCA. En el subgrupo de mujeres lesionadas, únicamente 3 atletas reportaron uso de anticonceptivos orales previo al evento. Debido al número reducido de casos, no es posible establecer una asociación estadística ni determinar un efecto protector o de riesgo. Este resultado debe interpretarse con cautela y considerarse como un hallazgo descriptivo que justifica estudios posteriores con mayor tamaño muestral y registro prospectivo de variables hormonales, no de forma concluyente.

En cuanto a la fase del ciclo menstrual al momento de la lesión, en términos de conteo absoluto la fase lútea concentró el mayor número de casos. Sin embargo, esta fase abarca la mitad del ciclo menstrual (14 de 28 días), por lo que su mayor frecuencia absoluta podría explicarse, por el mayor tiempo en días que representa esta fase del ciclo y no necesariamente por un incremento del riesgo biológico en dicha fase. Al ajustar por la duración proporcional de cada fase, se observó una concentración desproporcionada de lesiones en el día de ovulación, con una razón observado/esperado de aproximadamente 7 veces lo esperado bajo una distribución uniforme. Este hallazgo, aunque exploratorio y limitado por el reducido número de casos con fase conocida (n=23) y la elevada proporción

de atletas que no recordaron su fase (9/31, 29%), resulta congruente con la hipótesis fisiopatológica más citada en la literatura, que vincula el pico periovulatorio de estrógeno con una menor síntesis de colágeno y mayor laxitud del ligamento cruzado anterior, lo que teóricamente incrementaría la vulnerabilidad a la lesión alrededor de la ovulación. Dada la naturaleza retrospectiva y autorreportada de esta variable, así como la estimación de la fase mediante conteo de días de un ciclo estándar de 28 días sin confirmación hormonal objetiva (por ejemplo, mediante determinación de LH o progesterona), estos resultados deben interpretarse como datos que generen una interrogante y requieran investigaciones a mayor profundida y no como evidencia confirmatoria de asociación

El principal hallazgo analítico fue la asociación entre grupo deportivo y lesión de LCA. Los deportes de pivote/contacto mostraron la mayor prevalencia y mantuvieron asociación significativa en el modelo multivariado. Este resultado es clínicamente coherente, ya que estos deportes combinan desaceleración, cambios bruscos de dirección, contacto físico, rotación con pie fijo y alta demanda neuromuscular. En particular, fútbol soccer concentró el mayor número de lesiones, representando más de la mitad de los casos de LCA identificados.

Entre los atletas lesionados, el mecanismo más frecuente fue no contacto/indirecto. Este patrón coincide con los mecanismos biomecánicos clásicos descritos para lesión de LCA, en los cuales el atleta experimenta valgo forzado, rotación y traslación anterior tibial durante cambios de dirección, aterrizajes o desaceleraciones. No obstante, la proporción de casos no clasificados fue elevada.

La superficie sintética fue el terreno más frecuentemente reportado en las lesiones. Aunque este hallazgo no permite establecer causalidad, sí sugiere un punto relevante para estudios posteriores, especialmente en fútbol soccer, donde la interacción entre tipo de superficie, calzado y movimientos de pivote puede influir en la carga sobre la rodilla.

Del total de 25 atletas lesionados sobre césped sintético, 17 (68%) utilizaban calzado tipo tachón y 8 (32%) calzado multitaco. Esta distribución es consistente con el mecanismo de interacción calzado-superficie descrito en la literatura reciente: los tacos tipo screw-in o tachón, diseñados originalmente para superficies de pasto natural, no logran penetrar adecuadamente el relleno del césped sintético, lo que genera una fricción rotacional excesiva y un fenómeno de “bloqueo” del pie (foot-lock) sobre la superficie, incrementando el torque tibial y la tensión sobre el ligamento cruzado anterior[14]. En contraste, el calzado multitaco está diseñado específicamente para superficies artificiales, con tacos más numerosos y de menor longitud que favorecen una distribución de carga más uniforme y una menor fricción rotacional, evitando este bloqueo que provoca la lesión[15]. El predominio de atletas lesionados que utilizaban tachón sobre césped sintético en esta muestra podría reflejar, de manera exploratoria, un posible desajuste entre el tipo de calzado y la superficie de juego como mecanismo biomecánico contribuyente, congruente con lo documentado en estudios recientes[14,15]. Sin embargo, esta variable no fue analizada estadísticamente en el presente estudio, por lo que su interpretación debe considerarse descriptiva y generadora de hipótesis, más que confirmatoria de una asociación causal.

La mayoría de las lesiones ocurrió durante competencia. Esto puede reflejar mayor intensidad, mayor exigencia física y cognitiva, contacto entre jugadores, fatiga acumulada y decisiones motoras bajo presión. Este hallazgo respalda la importancia de estrategias preventivas no solo durante entrenamiento, sino también durante preparación competitiva, calentamiento neuromuscular y monitoreo de carga.

El tiempo hasta diagnóstico mostró una mediana de 10.5 días, pero una proporción importante fue diagnosticada al mes o después del mes. Esta información es relevante porque el diagnóstico tardío puede retrasar la rehabilitación, la referencia especializada y la toma de decisiones terapéuticas. El motivo principal y donde se encuentra el área de oportunidad en este punto,

es con respecto al medio y protocolo de atención que tienen los atletas en las distintas universidades, donde un rehabilitador fisico suele ser su primer contacto, se debe reforzar e insistir en un diagnóstico temprano bajo sospecha por mecanismo de lesión y presentación clínica de la lesión con el posterior envío a la valoración por un médico especialista en ortopedia y traumatología para la pronta evaluación y diagnóstico de estos atletas.

Finalmente, el retorno al deporte tuvo mediana de 6 meses, con más de la mitad de los atletas reportando retorno antes de 8 meses. Este dato debe interpretarse con cautela, ya que el estudio no evaluó criterios funcionales objetivos ni nivel deportivo al retorno.

El hallazgo de un retorno al deporte con mediana de 6 meses, y en más de la mitad de los casos antes de los 8 meses, resulta relevante a la luz de la evidencia reciente sobre reintervención y reruptura de injerto en atletas. Una revisión sistemática con metaanálisis reportó una tasa global de reincidencia de lesión de 14.8%, con 8.6% de lesión contralateral y 6.2% de reruptura del injerto ipsilateral[16], cifras consistentes con un metaanálisis más reciente que documentó tasas de reruptura del injerto y de lesión contralateral de 11% y 12%, respectivamente, a diez años de seguimiento[17]. De forma más específica en relación con el tiempo de retorno, se ha reportado que los atletas jóvenes que regresan a su deporte antes de los 9 meses posteriores a la reconstrucción del LCA presentan una tasa de nueva lesión hasta 7 veces mayor que quienes retrasan su retorno[18], hallazgo congruente con la tendencia observada en fútbol profesional, donde a pesar de que el tiempo de retorno al juego se ha incrementado más del 40% en la última década (de 203.5 a 295.1 días), la tasa de reruptura del injerto (8.2%) no ha mostrado una reducción significativa[19]. Sin embargo, la evidencia sobre el valor protector de las pruebas de retorno al deporte por sí solas no es concluyente: un metaanálisis reciente no encontró asociación estadísticamente significativa entre aprobar dichas pruebas —habitualmente aplicadas alrededor de los 6 meses posquirúrgicos— y un menor riesgo de nueva lesión (OR 0.98; IC95% 0.55–1.75)[20], lo que sugiere que el

tiempo transcurrido y el cumplimiento aislado de criterios funcionales podrían ser insuficientes si no se acompañan de una valoración integral (fuerza, control neuromuscular y preparación psicológica) antes del retorno. En este contexto, el retorno temprano observado en la presente muestra podría representar un factor de riesgo no cuantificado para reintervención o reruptura del injerto; sin embargo, este estudio no evaluó de forma directa los desenlaces de reintervención quirúrgica ni reruptura, por lo que esta asociación no puede confirmarse con los datos disponibles y se sugiere como línea de investigación futura, idealmente con seguimiento longitudinal prospectivo.

XI. CONCLUSIONES

En relación con la hipótesis planteada, los hallazgos del presente estudio la respaldan: la prevalencia de lesión de ligamento cruzado anterior fue mayor en atletas que practican deportes de pivote/contacto en comparación con quienes practican deportes sin pivote, y esta diferencia se mantuvo estadísticamente significativa en el análisis multivariado ajustado por sexo (además del índice de masa corporal), con una probabilidad 5.54 veces mayor de lesión de LCA en el grupo de pivote/contacto. Estos resultados son consistentes con la hipótesis de que el tipo de deporte practicado constituye un factor de riesgo para lesión de LCA en atletas universitarios de alto rendimiento, independientemente del sexo.

En el presente estudio, la prevalencia acumulada autorreportada de lesión de ligamento cruzado anterior en atletas universitarios de alto rendimiento fue de 25.5% (61/239 atletas), lo que representa una carga relevante de lesión dentro de esta población. En la literatura se encuentran datos menores de prevalencia de lesión de LCA debido a las diferencias metodológicas empleadas. Si bien en este estudio se revisó la prevalencia en 5 años, no se reportaron resultados por temporada, la cual se encuentra en la mayoría de los estudios reportada de 1.93%, por lo tanto es un dato a considerar antes de realizar conclusiones en cuanto a la prevalencia acumulada reportada.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de lesión de LCA según sexo, ya que la proporción de lesión fue similar entre mujeres y hombres.

El grupo deportivo se asoció significativamente con la presencia de lesión de LCA. Los deportes de pivote/contacto presentaron la mayor prevalencia y la mayor probabilidad ajustada de lesión en comparación con los deportes de carrera/lanzamiento/raqueta. Este hallazgo sugiere que las disciplinas caracterizadas por cambios bruscos de dirección, desaceleración, contacto físico y rotación con apoyo fijo representan un grupo de mayor riesgo para lesión de LCA.

El fútbol soccer fue el deporte con mayor número absoluto de lesiones de LCA en la muestra analizada. Entre los atletas lesionados, el mecanismo más frecuente fue el no contacto/indirecto, la superficie de lesión más común fue la sintética y el momento predominante de lesión fue durante competencia. Estos hallazgos son consistentes con los mecanismos biomecánicos clásicos de lesión de LCA y resaltan la importancia de considerar el contexto competitivo y las características del terreno dentro de las estrategias preventivas.

Asimismo, una proporción relevante de atletas presentó diagnóstico al mes o después del mes de la lesión, lo que sugiere áreas de oportunidad en la detección clínica, referencia oportuna y acceso a estudios diagnósticos. El retorno al deporte ocurrió con una mediana de 6 meses; sin embargo, este resultado debe interpretarse con cautela debido a que fue autorreportado y no se evaluaron criterios funcionales objetivos de retorno seguro.

Respecto al uso de anticonceptivos orales en mujeres con lesión de LCA, solo un número reducido de atletas reportó su uso previo al evento, por lo que este resultado debe considerarse únicamente descriptivo y exploratorio, sin permitir conclusiones sobre asociación, efecto protector o incremento de riesgo.

En conjunto, los resultados apoyan la implementación de programas preventivos neuromusculares dirigidos especialmente a deportes de pivote/contacto, con énfasis en control del valgo dinámico, técnica de aterrizaje, desaceleración, propiocepción, fortalecimiento y preparación competitiva. Estos programas podrían contribuir a disminuir la carga de lesión de LCA en atletas universitarios de alto rendimiento y optimizar la prevención, diagnóstico y retorno deportivo seguro.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Mejías, A., Estrada, G., & Pérez-España, A. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. Acta Ortopédica Mexicana, 57-67.
2. Kaeding, C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. (2016). Epidemiology and diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. Clinics in Sports Medicine.
3. Agel, J., Rockwood, T., & Klossner, D. (2016). Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). Clinical Journal of Sport Medicine, 518-523.
4. Pereira, M., Nanni, G., & Roi, G. (2003). Epidemiología de las lesiones del ligamento cruzado anterior en el futbolista profesional. Archivos de Medicina del Deporte, 299-303.
5. Scott, N., Diduch, D., Iorio, R., & Long, W. (2017). Insall & Scott Surgery of the Knee. Philadelphia: Elsevier.
6. Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lazaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 17, 705-729.
7. Tanaka, M. J., Szymanski, L. M., Dale, J., Dixit, S., & Jones, L. C. (2019). Treatment of Injuries in the Female Athlete. Journal of Bone and Joint Surgery.
8. Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Webster, K. E., Yut, L., Galloway, M. T., Heidt, R. S., et al. (2019). Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. Journal of Athletic Training, 54(5), 472-482.
9. Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Yut, L., Webster, K. E., Beynnon, B., Kocher, M., & Myer, G. (2019). What is my risk of sustaining an ACL injury while playing sports? A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 1003-1012.

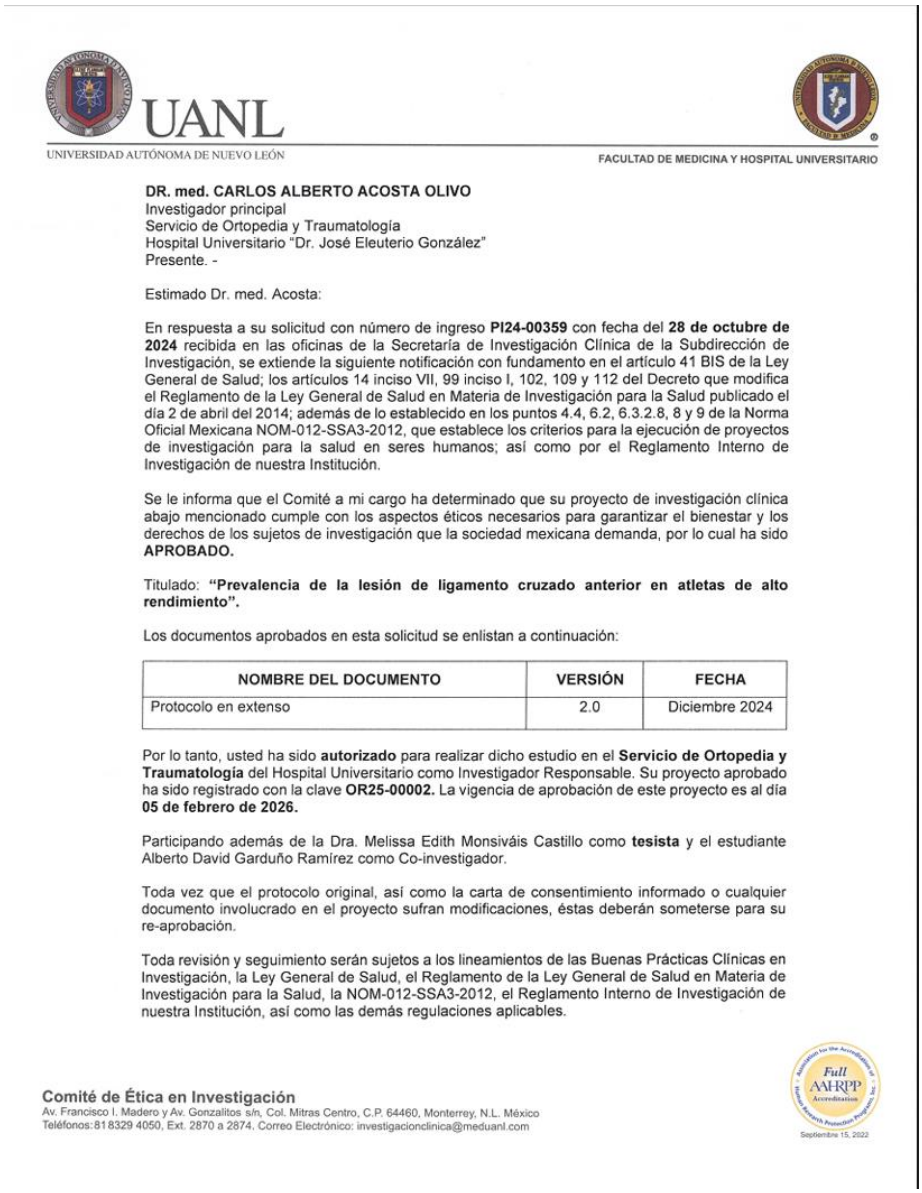
10. Takahashi, S., & Okuwaki, T. (2017). Epidemiological survey of anterior cruciate ligament injury in Japanese junior high school and high school athletes: cross-sectional study. Research in Sports Medicine.
11. Gompels, B. D., Davis, H., Mainwaring, E., Tooth, G., & McDonnell, S. (2024). A pilot survey study of anterior cruciate ligament injuries in female university athletes. Cureus. https://doi.org/10.7759/cureus.62236
12. Alqarni, F. S., Alshehri, K. O., Alotaibi, T. M., Alsulami, A. N., Alshehri, A. O., & Aseri, K. S. (2022). The prevalence and determinants of anterior cruciate ligament rupture among athletes practicing football in Jeddah Avenues 2020. Journal of Family Medicine and Primary Care, 11(8), 4528–4535.
13. Zhao, K. Y., Abdelnour, P., Corban, J. P. A. H., Karatzas, N., Levins, C., & Martineau, P. A. (2024). Clinicodemographic Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective 3-Cohort Study on Collegiate Varsity Athletes. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 12(11).
14. Yang, F., Huang, J., Wei, Q., Jiang, L., & Liang, D. (2026). The Impact of Football Boot Design on Lower Limb Injury Risk: A Systematic Review. Sports Medicine - Open.
15. Cicchella, A., & He, J. (2024). A Systematic Review of Effects on ACL Injury of Soccer Shoe Outsoles, Soccer Playing Field Surfaces, and Outsole–Surface Interface. Encyclopedia, 4(2), 888–899.
16. Gao, H., Hu, H., Sheng, D., Sun, L., Chen, J., Chen, T., & Chen, S. (2023). Risk Factors for Ipsilateral Versus Contralateral Reinjury After ACL Reconstruction in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 11(12), 23259671231214298.
17. Khan, Z. A., Stålman, A., Impieri, L., Butt, U., & Vuletic, F. (2026). Ten-year risk of graft re-rupture and contralateral anterior cruciate ligament injury after primary anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. Journal of ISAKOS, 18, 101094.
18. Beischer, S., Gustavsson, L., Hamrin Senorski, E., Karlsson, J., Thomeé, C., Samuelsson, K., & Thomeé, R. (2020). Young athletes who return to

sport before 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction have a rate of new injury 7 times that of those who delay return. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 50(2), 83–90.

19. D’Ambrosi, R., Carrozzo, A., Monaco, E., et al. (2025). Slower but Not Safer: A Systematic Review and Meta-Analysis of Return to Play and Graft Re-Rupture After ACL Reconstruction in Professional Soccer Players. Sports Medicine - Open, 11, 157.
20. Zhou, W., Liu, X., Hong, Q., Wang, J., & Luo, X. (2024). Association between passing return-to-sport testing and re-injury risk in patients after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis. PeerJ, 12, e17279.

XIII. ANEXOS

Anexo 1: Carta de aprobación por el cómite de ética.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

DR. med. CARLOS ALBERTO ACOSTA OLIVO
Investigador principal
Servicio de Ortopedia y Traumatología
Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"
Presente. -

Estimado Dr. med. Acosta:

En respuesta a su solicitud con número de ingreso **PI24-00359** con fecha del **28 de octubre de 2024** recibida en las oficinas de la Secretaría de Investigación Clínica de la Subdirección de Investigación, se extiende la siguiente notificación con fundamento en el artículo 41 BIS de la Ley General de Salud; los artículos 14 inciso VII, 99 inciso I, 102, 109 y 112 del Decreto que modifica el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud publicado el día 2 de abril del 2014; además de lo establecido en los puntos 4.4, 6.2, 6.3.2.8, 8 y 9 de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos; así como por el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución.

Se le informa que el Comité a mi cargo ha determinado que su proyecto de investigación clínica abajo mencionado cumple con los aspectos éticos necesarios para garantizar el bienestar y los derechos de los sujetos de investigación que la sociedad mexicana demanda, por lo cual ha sido **APROBADO.**

Titulado: **"Prevalencia de la lesión de ligamento cruzado anterior en atletas de alto rendimiento".**

Los documentos aprobados en esta solicitud se enlistan a continuación:

NOMBRE DEL DOCUMENTO	VERSIÓN	FECHA
Protocolo en extenso	2.0	Diciembre 2024

Por lo tanto, usted ha sido **autorizado** para realizar dicho estudio en el **Servicio de Ortopedia y Traumatología** del Hospital Universitario como Investigador Responsable. Su proyecto aprobado ha sido registrado con la clave **OR25-00002.** La vigencia de aprobación de este proyecto es al día **05 de febrero de 2026.**

Participando además de la Dra. Melissa Edith Monsiváis Castillo como **tesista** y el estudiante Alberto David Garduño Ramírez como Co-investigador.

Toda vez que el protocolo original, así como la carta de consentimiento informado o cualquier documento involucrado en el proyecto sufran modificaciones, éstas deberán someterse para su re-aprobación.

Toda revisión y seguimiento serán sujetos a los lineamientos de las Buenas Prácticas Clínicas en Investigación, la Ley General de Salud, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la NOM-012-SSA3-2012, el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución, así como las demás regulaciones aplicables.

Full AAHRPP Accreditation
Septiembre 15, 2022

Comité de Ética en Investigación
Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n, Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 81 8329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduanl.com

Anexo 2: Encuestas electronicas aplicadas a los atletas.

Encuesta a atletas universitarios de alto rendimiento

Esta encuesta será utilizada para fines de investigación propiamente. ¿Acepta participar voluntariamente en la realización de dicha encuesta?

- [ ] Sí
- [ ] No

Equipo o universidad a la que pertenece

- [ ] UANL
- [ ] UDEM
- [ ] Tec de Monterrey
- [ ] UR
- [ ] UVM
- [ ] Otro:

Favor de escribir su correo electrónico:

Sexo:

- [ ] Masculino
- [ ] Femenino

Edad actual:

Peso:

Altura:

Deporte que realiza usted:

- [ ] Soccer
- [ ] Basketball
- [ ] Rugby
- [ ] Volleyball
- [ ] Taekwondo
- [ ] Atletismo
- [ ] Otro:

Posición en su deporte (en caso de que aplique)
Ejemplo, si practica futbol soccer si es defensa, medio o delantero

Competencia o torneo en los que participa:

- [ ] CUT TELMEX
- [ ] UNIVERSIADA NACIONAL
- [ ] OLIMPIADA REGIONAL NL
- [ ] OLIMPIADA NACIONAL NL
- [ ] CONADEIP
- [ ] Otro:

¿Cuánto tiempo ha realizado el deporte mencionado previamente?

- [ ] Menos de 6 meses
- [ ] Más de 6 meses
- [ ] Más de 1 año
- [ ] Otro:

Ha tenido lesión de ligamento cruzado anterior en los últimos 5 años?

- [ ] Sí
- [ ] No

Edad al momento de la lesión de ligamento cruzado anterior en caso de aplicar

Favor de escribir el año en el que ocurrió su lesión
En caso de que no aplique contestar NA

Descripción de como se lesionó
En caso de que no aplique contestar NA
*Por ejemplo: "estaba corriendo y al momento de realizar un cambio de dirección sentí que tronó la rodilla y ya no pude continuar".

¿En qué tipo de terreno, ocurrió la lesión?

- [ ] Natural
- [ ] Sintético
- [ ] Pavimento
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

¿En qué tipo de terreno usted entrena?

- [ ] Natural
- [ ] Sintético
- [ ] Pavimento
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

Tipo de calzado utilizado al momento de la lesión:

- [ ] Tenis
- [ ] Multitacho
- [ ] Tachón
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

¿En que momento ocurrió tu lesión?

- [ ] Competencia
- [ ] Entrenamiento regular
- [ ] Fase de pretemporada
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

Tiempo transcurrido de su lesión para volver a realizar entrenamiento de alto rendimiento:

- [ ] <8 meses
- [ ] 8-12 meses
- [ ] 18 meses
- [ ] 2 años
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

Tiempo que pasó de su lesión al momento de diagnóstico:
Es decir, cuanto tiempo pasó que se lastimo y le dijeron que tenía una lesión de ligamento cruzado anterior.

- [ ] 1 día
- [ ] 2 días
- [ ] 1 semana
- [ ] 2 semanas
- [ ] 1 mes
- [ ] Más de 1 mes
- [ ] No aplica
- [ ] Otros:

En caso de tener una lesión previa de rodilla, ¿cuál fue?
Es decir, si antes de lesionarse el ligamento usted ya había padecido de esguinces de rodilla o algún otro tipo de lesiones o fracturas.

En caso de que aplique. Usted utilizó algún tipo de anticonceptivo (oral) antes de su lesión

- [ ] Sí
- [ ] No
- [ ] No aplica

Usted recuerda en que etapa de su periodo menstrual se encontraba al momento

- [ ] Menstruando (día 2-7)
- [ ] Entre mestruación y ovulación (día 10-12)
- [ ] Ovulando (día 14)
- [ ] Fase lútea (día 14-28)
- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

¿Realizó terapia física previo a su cirugía?

- [ ] Sí
- [ ] No
- [ ] No aplica

En caso que la respuesta anterior (rehabilitación) fue afirmativa, ¿Cuántas sesiones o aproximadamente cuanto tiempo realizo terapia? Describir en la opción "otro"
Por ejemplo: Realice aproximadamente de 15-20 sesiones/ en 2 meses

- [ ] No aplica
- [ ] Otro:

¿Se realizo cirugía para reparar su lesión?

- [ ] Sí
- [ ] No
- [ ] No aplica

XIV. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Candidato(a) para el grado de:

Especialista en Ortopedia y Traumatología

Tesis

PREVALENCIA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS DE ALTO RENDIMIENTO

Campo de estudio:

Ciencias de la Salud

Biografía:

Personal: Nacido(a) el 12 de Abril de 1996, en Monterrey, Nuevo León México, Hija de Silvia Cristina Castillo Castañeda y Diego Monsivais Garza.

Educación: Egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Monterrey con grado de Médico Cirujano y Partero en Julio 2021.