



Universidad Abierta Interamericana
Facultad de Medicina y Ciencias de la
Salud Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría

Fluctuaciones del valgo dinámico durante las diferentes fases del ciclo menstrual en
futbolistas femeninas de la EFI durante el año 2025

Autor: Ingrid Tatiana Arcos Idrobo

Tutor: Lic. Ignacio Albornoz

Resumen

El fútbol femenino ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, acompañado de un aumento en la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA), las cuales se presentan con mayor frecuencia en mujeres que en varones. Entre los factores de riesgo propuestos, las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual han cobrado relevancia debido a su posible influencia sobre la laxitud ligamentaria y la estabilidad articular de la rodilla. Estas variaciones podrían favorecer la aparición de patrones biomecánicos de riesgo, como el valgo dinámico, considerado uno de los principales mecanismos asociados a la lesión del LCA. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las variaciones del valgo dinámico de rodilla entre la fase menstrual y la fase ovulatoria del ciclo menstrual en futbolistas femeninas de la Escuela de Formación Integral (EFI) durante el año 2025. Se realizó una investigación de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, observacional, prospectivo y longitudinal, en la que participaron 20 jugadoras de entre 20 y 30 años con ciclos menstruales regulares. La fase del ciclo menstrual se determinó mediante un cuestionario estructurado autorreportado, mientras que el valgo dinámico fue evaluado a través del test Drop Vertical Jump (DVJ), con análisis posterior mediante el software Kinovea. Asimismo, se utilizó el test de Beighton para valorar la hipermovilidad articular general. Los resultados evidenciaron un incremento del valgo dinámico durante la fase ovulatoria en comparación con la fase menstrual, con una diferencia promedio de $-2,9^{\circ}$ en el valgo general. En contraste, la hipermovilidad articular general no mostró variaciones relevantes entre ambas fases. En conclusión, las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual podrían influir en la mecánica de la rodilla, favoreciendo un aumento del valgo dinámico durante la fase ovulatoria, lo que podría incrementar el riesgo de lesión del LCA en futbolistas femeninas, destacando la importancia de incorporar la evaluación del ciclo menstrual en la planificación del entrenamiento y en el diseño de estrategias específicas de prevención de lesiones.

Palabras clave: Laxitud ligamentosa, ciclo menstrual, ligamento cruzado anterior, factores de riesgo, fútbol femenino, valgo dinámico

Índice

Resumen	2
Palabras clave.....	2
Introducción	4
Problema	5
Antecedentes	6
Justificación	8
Objetivo general	9
Marco teórico	10
Marco metodológico.....	20
Tipo de investigación.....	20
Ámbito	21
Población	21
Muestra	21
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
Análisis de datos	28
Conclusión	31
Bibliografía	32

Introducción

En los últimos años el fútbol femenino ha experimentado un aumento significativo en la prevalencia de lesiones, a pesar de estar subrepresentado en la literatura deportiva, con menos del 25% de la investigación centrada en este grupo demográfico. Una de las lesiones más frecuentes en este contexto es la del ligamento cruzado anterior (LCA), cuya incidencia ha aumentado considerablemente y es notablemente alta. (John G. et al., 2025) Las lesiones como la del LCA son resultado de situaciones impredecibles, variables y de factores de riesgo, por tanto se cree que la etiología de estas lesiones deportivas es de origen multifactorial, es decir, cuando estos factores se alinean, el riesgo de lesión aumenta significativamente. Sin embargo, cada factor por sí solo no es suficiente para causar una lesión, pero pueden causar lesiones cuando se combinan. (Parker EA. al 2024).

La evidencia científica indica que las mujeres (de 18 a 40 años) tienen aproximadamente 3,5 veces más probabilidades de sufrir una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) que los hombres (Dos'Santos et al. 2023; Zheng et al., 2025; Maruyama S. et al., 2022; Martínez F. et al., 2023). A pesar de los recientes avances en medicina y tecnología deportivas, las tasas de lesiones del LCA en las deportistas femeninas no están disminuyendo lo cual es problemático ya que las tasas de participación deportiva femenina están aumentando (Dos'Santos et al. 2023). Por lo tanto, uno de los factores de riesgo de lesiones del LCA y las diferencias de sexo en la incidencia de la lesión se ha atribuido, en parte, al ciclo menstrual (CM). Es decir a la influencia de las hormonas femeninas, cuyas concentraciones fluctúan durante el ciclo menstrual y se ha postulado que estas fluctuaciones hormonales periódicas en el ciclo menstrual parecen estar relacionadas con un mayor riesgo de lesiones, especialmente durante la ovulación no solo alterando la respuesta neuromuscular, sino que también influyen directamente en la laxitud ligamentosa, reduciendo la estabilidad articular y aumentando el riesgo de lesión del LCA (Barlow, A. et al., 2024).

Otro factor de riesgo potencial para la lesión del LCA en mujeres es la laxitud articular, la cual es inherentemente mayor en mujeres que en hombres debido a diferencias hormonales y anatómicas de base. Además, se ha informado que esta laxitud basal puede incrementarse durante el CM, especialmente en las fases ovulatoria y lútea, debido a las fluctuaciones en las concentraciones hormonales (Maruyama et al., 2022). Este aumento de laxitud reduce la estabilidad articular pasiva y activa de la rodilla durante tareas funcionales como aterrizajes, giros laterales o carreras, incrementando así el riesgo de lesión del LCA. Diversos estudios respaldan que estas fluctuaciones hormonales, al incrementar la laxitud articular, contribuyen a la inestabilidad de la rodilla y, en consecuencia, al riesgo de lesiones del LCA (Maruyama

et al., 2022). Esta combinación de una laxitud naturalmente mayor junto con su aumento cíclico podría explicar la alta prevalencia de lesiones ligamentarias en mujeres deportistas. Esta inestabilidad, producto del aumento de laxitud, puede alterar la mecánica normal de la articulación y favorecer la aparición de patrones de movimiento anómalos, como el valgo dinámico de rodilla, que ha sido identificado como uno de los principales mecanismos biomecánicos asociados a la lesión del LCA (Uhlir et al., 2021).

Problema

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) han aumentado en frecuencia entre los futbolistas jóvenes y están asociadas con complicaciones a largo plazo, como inestabilidad crónica de la rodilla, desgarros meniscales, daño al cartílago y desarrollo de osteoartritis (OA). Se estima que aproximadamente el 50 % de los pacientes con lesión del LCA desarrollarán OA en las dos décadas posteriores al traumatismo (Zhang et al., 2026), y que la incidencia de OA postraumática puede alcanzar hasta un 87 % (Wang et al., 2020). Estas complicaciones limitan significativamente la vida deportiva y profesional de las personas lesionadas e incluso pueden provocar un retiro prematuro de la práctica competitiva (Mancino et al., 2024).

A pesar del crecimiento del fútbol femenino, la mayoría de los estudios sobre lesiones de LCA se han realizado en poblaciones masculinas, representando entre el 70 % y el 80 % de la literatura disponible (Dos'Santos et al., 2023; Barlow et al., 2024). Esta desproporción limita la comprensión de los factores biomecánicos y hormonales propios de las mujeres, quienes presentan un mayor riesgo de lesión del LCA que los hombres debido a las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual (Martínez-Fortuny et al., 2023). Dichas fluctuaciones, especialmente durante la ovulación, se asocian con un aumento de la laxitud ligamentaria y alteraciones neuromusculares que incrementan la probabilidad de ruptura del LCA (Parker et al., 2024 ; Barlow et al., 2024). El aumento de laxitud y el déficit de control neuromuscular contribuyen a la aparición del valgo dinámico de rodilla, un factor biomecánico reconocido como predictor de lesión del LCA (Dos'Santos et al., 2023; Sánchez-Sánchez et al., 2025).

En este sentido, el ciclo menstrual y sus fluctuaciones hormonales constituyen un factor de riesgo previo a la ruptura del LCA en mujeres futbolistas. Sin embargo, persiste un vacío de conocimiento en el cual aún no está claramente establecido cómo varía el valgo dinámico en las diferentes fases del ciclo menstrual, lo que limita la posibilidad de diseñar estrategias preventivas específicas para esta población, con el propósito de aportar evidencia que permita prevenir o reducir la incidencia de rupturas del LCA y, a largo plazo, el desarrollo de

osteoartrosis. Por tal motivo surge el siguiente interrogante: ¿Existen diferencias en el valgo dinámico entre la fase menstrual y la fase ovulatoria del ciclo menstrual en futbolistas femeninas de la Escuela de Formación Integral (EFI) durante el año 2025?

Antecedentes

Aligón, M., & Leclercq, L. A. (2024) realizan una revisión sistemática con el objetivo de estudiar la variación de la laxitud del ligamento cruzado anterior (LCA) y la tasa de rotura del mismo a lo largo de las fases del ciclo menstrual en mujeres deportistas. En su investigación, los autores analizaron diecinueve artículos extraídos de PubMed mediante método bola de nieve, de los cuales catorce evaluaban la traslación tibial anterior (TTA) empleada como indicador indirecto de la laxitud del LCA en distintas fases del ciclo menstrual, y cinco evalúan directamente la tasa de rotura del LCA en dichas fases. Los resultados mostraron que en seis de los catorce estudios se encontró una diferencia significativa en la TTA entre fases del ciclo, y la mayoría de los trabajos identificaron una tendencia al aumento de la TTA durante la fase ovulatoria (edad media de 22,37 años en 280 participantes). Asimismo, en los estudios sobre rotura del LCA (231 participantes, edad media 31,86 años) la mayoría indicó un mayor riesgo de lesión durante la fase ovulatoria. No obstante, los autores concluyeron que los resultados son mixtos y no permiten afirmar con certeza que una fase particular del ciclo menstrual determine de forma rotunda un mayor riesgo de rotura del LCA, pese a que la fase ovulatoria presenta una tendencia de mayor laxitud y mayor incidencia de lesión. Este trabajo aporta evidencia relevante al comprender cómo las variaciones hormonales del ciclo menstrual pueden influir en la laxitud articular del LCA y en la susceptibilidad a su rotura, especialmente en mujeres activas.

Martínez-Fortuny et al. (2023) llevaron a cabo una revisión sistemática con el objetivo de analizar la relación entre el ciclo menstrual y las lesiones en la práctica deportiva femenina. Para ello, en enero de 2022, realizaron una búsqueda exhaustiva en las bases de datos PubMed, Medline, Scopus, Web of Science y Sport Discus. De un total de 138 artículos identificados, solo ocho cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el estudio. Los resultados indicaron que el pico de estradiol, característico de la fase ovulatoria del ciclo menstrual, se asocia con un aumento de la laxitud ligamentaria, alteraciones en la fuerza y un control neuromuscular deficiente. Estas modificaciones fisiológicas podrían incrementar el riesgo de lesiones durante esta fase. Sin embargo, los autores señalaron que, a pesar de estas asociaciones, no se ha establecido una relación causal definitiva entre las fluctuaciones

hormonales y la incidencia de lesiones deportivas en mujeres. En conclusión, las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual parecen influir en variables como la laxitud ligamentaria, la fuerza muscular y el control neuromuscular, lo que podría predisponer a las atletas femeninas a un mayor riesgo de lesiones. No obstante, la evidencia científica actual es limitada, y se requieren más investigaciones para validar estas hipótesis y comprender mejor la etiología multifactorial de las lesiones deportivas en mujeres.

Dos'Santos et al. (2023) llevaron a cabo una revisión sistemática con el objetivo de examinar los efectos del ciclo menstrual (CM) en los sustitutos neuromusculares y biomecánicos del riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) durante tareas dinámicas, y determinar si una fase específica del CM predispone a las mujeres a un mayor riesgo de lesión del LCA. Para ello, entre mayo y julio de 2021, se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed, Medline, SPORTDiscus y Web of Science. Los criterios de inclusión fueron: 1) mujeres eumenorreicas sin lesiones (18–40 años); 2) fases del CM verificadas mediante análisis bioquímicos y/o kits de ovulación; 3) evaluación de sustitutos del riesgo de lesión neuromuscular y/o biomecánica durante tareas dinámicas; y 4) comparación de al menos una medida de resultado entre dos o más fases definidas del CM. De los 418 artículos identificados, siete cumplieron con los criterios de inclusión. Cuatro estudios no reportaron diferencias significativas en los sustitutos del riesgo de lesión del LCA entre las fases del CM. Sin embargo, dos estudios proporcionaron evidencia de que la fase lútea media podría predisponer a las mujeres a un mayor riesgo de lesión del LCA sin contacto. Además, tres estudios informaron que la laxitud de la rodilla fluctuaba a lo largo del CM; dos de ellos demostraron que los cambios atribuidos al CM en la laxitud de la rodilla se asociaban con modificaciones en la carga de la articulación de la rodilla (KJL). La calidad de los estudios fue evaluada como baja a muy baja según la lista de verificación modificada de Downs y Black y el sistema GRADE. En conclusión, no se puede establecer de manera concluyente si una fase específica del CM predispone a las mujeres a un mayor riesgo de lesión del LCA sin contacto, basándose en los sustitutos neuromusculares y biomecánicos actuales. No obstante, los cambios en la laxitud de la rodilla atribuidos al CM podrían estar asociados con alteraciones potencialmente peligrosas en la carga articular. Por lo tanto, el monitoreo de la laxitud de la rodilla podría ser una estrategia viable para inferir un posible riesgo de lesión del LCA. Se recomienda que los profesionales sean cautelosos al manipular la preparación física, la mitigación de lesiones y las prácticas de detección basadas en la evidencia actual.

Parker, E. A., et al. (2024) realizaron una revisión sistemática con el objetivo de analizar la relación entre la hormona relaxina del ciclo menstrual y el riesgo de lesión del ligamento

cruzado anterior en mujeres deportistas. Para ello, evaluaron estudios publicados en distintas bases de datos científicas, seleccionados mediante criterios específicos de inclusión y analizados por revisores independientes. Los resultados evidenciaron que los niveles elevados de relaxina, particularmente durante la fase lútea del ciclo menstrual, se asocian con un aumento de la laxitud ligamentaria debido a su efecto sobre el metabolismo del colágeno, incluyendo la disminución de su síntesis y el aumento de su degradación. Estos cambios generan una reducción en la rigidez y resistencia del ligamento cruzado anterior, comprometiendo la estabilidad articular de la rodilla. En consecuencia, esta mayor laxitud podría favorecer alteraciones en la mecánica del miembro inferior, promoviendo patrones de riesgo como el valgo dinámico y aumentando la probabilidad de lesión del LCA en mujeres deportistas. Por lo tanto, se concluye que las variaciones hormonales del ciclo menstrual, particularmente asociadas a la relaxina, constituyen un factor relevante en la modulación del riesgo de lesión del LCA.

Barlow et al. (2024) realizaron un estudio prospectivo para evaluar cómo las diferentes fases del ciclo menstrual afectan la incidencia, gravedad y tipo de lesiones en futbolistas profesionales durante tres temporadas. Participaron 26 jugadoras y se registraron 593 ciclos menstruales, clasificando el ciclo en cuatro fases: menstruación (P1), fase folicular (P2), lúteo temprano (P3) y premenstrual (P4). Se analizaron las tasas de lesiones generales, según gravedad, tipo, y si fueron por contacto o no. Los resultados mostraron que durante la fase premenstrual (P4) las futbolistas tenían una tasa de lesiones más alta (IIRR 2.30) comparada con la menstruación. Además, las lesiones musculares sin contacto y las que causaron menos de 7 días de inactividad fueron más frecuentes en las fases lúteas (P3 y P4). No se registraron lesiones del ligamento cruzado anterior en este estudio. Los autores concluyen que el riesgo de lesión en futbolistas aumenta durante la fase lútea del ciclo menstrual, lo que indica que las hormonas podrían influir en la susceptibilidad a lesiones musculares. Señalan la necesidad de más estudios para entender mejor estos efectos y para crear estrategias de prevención específicas para cada fase del ciclo.

Justificación

Debido a la variabilidad de resultados y enfoques propuestos por los autores respecto a la influencia de las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual sobre la laxitud ligamentaria y el valgo dinámico en futbolistas femeninas, cobra relevancia la necesidad de investigación y obtención de datos de dichos hallazgos, de manera referencial y estadística que permitan determinar en qué momentos estas alteraciones biomecánicas y hormonales representan un riesgo significativo de lesión del LCA. Esto es particularmente

importante considerando que, si bien existe evidencia científica que relaciona estos parámetros, aún son escasos los estudios que abordan esta interacción de forma específica en futbolistas mujeres. Además, la mayoría de los estudios disponibles han evaluado la laxitud articular de forma estática, sin contemplar su manifestación funcional y dinámica durante gestos deportivos específicos del fútbol.

Por otra parte, es importante señalar que la evidencia actual proviene principalmente de poblaciones europeas y norteamericanas, lo que limita su aplicabilidad directa. Por lo tanto, se considera fundamental generar información local y contextualizada que contribuya a un abordaje más efectivo. Esta investigación tiene como finalidad no solo contribuir al entendimiento de un fenómeno complejo pero crucial desde la perspectiva de la prevención de lesiones, sino que podrá ser de gran utilidad para kinesiólogos, entrenadores, preparadores físicos y médicos del deporte, optimizando la toma de decisiones clínicas y deportivas. Asimismo permitirá perfeccionar los programas de prevención y entrenamiento para las futbolistas, ajustándolos a sus necesidades fisiológicas individuales reduciendo la incidencia de lesiones graves del LCA y promoviendo un desarrollo deportivo más seguro, sostenible y con menores secuelas a largo plazo.

Objetivo general

Describir la relación entre el valgo dinámico y las variaciones de laxitud ligamentaria en la fase menstrual y la fase ovulatoria del ciclo menstrual en futbolistas femeninas de la Escuela de Formación Integral (EFI) durante el año 2025.

Objetivos específicos

- Determinar la fase del ciclo menstrual en la que se encuentra cada participante al momento de la evaluación.
- Medir la laxitud ligamentaria en fase menstrual y fase ovulatoria mediante el test de Beighton.
- Evaluar el ángulo de valgo dinámico durante el Drop Vertical Jump en ambas fases del ciclo.
- Comparar los valores de valgo dinámico y laxitud ligamentaria entre la fase menstrual y la fase ovulatoria.
- Analizar la asociación entre la laxitud ligamentaria y el valgo dinámico en ambas fases.

Marco teórico

Ligamento Cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior es una estructura colágena intraarticular, pero extra sinovial con capacidad de cicatrización limitada que se origina en la cara posteromedial del cóndilo femoral lateral y cruza antero medialmente para insertarse anterior a la eminencia intercondílea de la superficie articular tibial. Está constituido por dos fascículos funcionales: el anteromedial (apretado en flexión, 60-90 grados) y el posterolateral (apretado en extensión completa). Funcionalmente, el haz anteromedial del LCA es dominante en la flexión más profunda de la rodilla, mientras que el haz posterolateral se activa cerca de la extensión completa. Además, el haz anteromedial contribuye más a la función del LCA bajo cargas tibiales anteriores, mientras que el haz posterolateral desempeña un papel más importante bajo cargas rotacionales. Recibe inervación del nervio articular posterior, una rama del nervio tibial, que suministra mecanorreceptores que juegan un papel vital en la propiocepción. Por lo tanto, una lesión del LCA provoca una desaferenciación parcial y altera el control motor espinal y supraespinal, lo que afecta la propiocepción. El LCA varía de 25 a 35 mm de largo, aproximadamente 10 mm de amplitud y de 4 a 10 mm de ancho. Tiene una sección transversal aproximadamente triangular y se estrecha a lo largo de ambos extremos hasta la sección media; esto quiere decir que, el LCA tiene una sección transversal más alta en las interfaces óseas y más delgada en la sección media. Los ligamentos cruzados conectan tanto el fémur como la tibia en la región central y no están expuestos en su mayor parte a la flexión y extensión, a diferencia de los ligamentos colaterales medial y lateral. El LCA está conectado al fémur ligeramente posterior a la superficie medial del cóndilo lateral y a la tibia, en la parte anterior de la región intercondílea. (Roethke et al., 2023)

Biomecánica del ligamento cruzado anterior

Para conocer las reacciones finas del LCA, es necesario tener en cuenta 3 factores; el grosor del ligamento, el cual es directamente proporcional a su resistencia e inversamente proporcional a sus posibilidades de alargamiento; la estructura del ligamento, en la cual debido a la extensión de sus inserciones, no todas las fibras poseen la misma longitud, ni son solicitadas de igual manera y al mismo tiempo, sino que se da un reclutamiento durante el movimiento, en la cual varía su elasticidad y resistencia; la extensión y dirección de las inserciones, no siempre las fibras son paralelas entre ellas, sino que se organizan muchas veces en planos ladeados, puesto a que las líneas de inserción suelen ser oblicuas o perpendiculares en el espacio, y a su vez la dirección de las inserciones varía según el

movimiento, lo que contribuye al reclutamiento. Las fuerzas transmitidas a través de los haces del LCA varían según la posición de la rodilla, el haz anteromedial transmite mayor cantidad de fuerzas en una flexión de 60 y 90°, mientras que el posterolateral en extensión completa. El LCA se tensa en extensión, y es uno de los frenos de la hiperextensión, mientras que, en la flexión es responsable del deslizamiento del cóndilo hacia adelante. En cuanto a los movimientos rotatorios, ambos ligamentos cruzados y laterales impiden la rotación en extensión, por lo que son factibles durante la flexión. En la rotación interna, se distiende el LCP (ligamento cruzado posterior), mientras que se tensa el LCA; en cuánto a la rotación externa se da de manera inversa, se distiende el LCA, y se tensa el LCP. Esto puede explicar, como un traumatismo en valgo-rotación externa con la rodilla flexionada, conlleva como consecuencia a una ruptura del tercio anterior de la capsula, del ligamento lateral interno, del LCA, y una desinserción del menisco. (Kapandji, 2007) Según Della Villa et al. (2020), las lesiones del LCA ocurren generalmente en la flexión temprana de rodilla, con carga dinámica en valgo de la rodilla, y suelen ocurrir con una fuerza de reacción del suelo dirigida verticalmente de tres a cuatro veces la masa corporal. En este escenario, en el plano sagital, las fuerzas probablemente se concentrarían preferentemente en la rodilla, lo que aumenta el riesgo de sufrir lesiones, y a su vez, se ve acompañado de movimientos alterados en el plano frontal y transversal, con aumento de la abducción de la cadera, un aumento significativo en la rotación interna de la cadera y/o aducción del muslo. Este aumento en el plano frontal se debe al alto momento de la abducción de rodilla, determinado por la abducción de la cadera en una posición del pie plantado y orientado lateralmente fuera de la base de apoyo.

Futbolistas y LCA

El fútbol femenino ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años a nivel mundial, con un aumento de federadas seis veces mayor que en el fútbol masculino, según la Real Federación Española de Fútbol (RFEF). Este deporte se caracteriza por sus elevadas demandas condicionales, que incluyen gestos de pivoteo y desaceleración rápida, presentan un alto riesgo de lesión del LCA debido a las elevadas cargas axiales y torsionales que impactan la articulación de la rodilla durante cambios de dirección, frenadas abruptas y aterrizajes tras saltos. que varían según la edad, el nivel competitivo, la posición y el estilo de juego, requiriendo un alto desarrollo de capacidades aeróbicas y anaeróbicas, fuerza muscular, velocidad, flexibilidad y agilidad (Gupta et al., 2020). Dentro de sus acciones específicas destacan los movimientos explosivos como correr, saltar, patear y cambiar de dirección, que implican elevadas fuerzas musculares y rápidas tasas de desarrollo de fuerza

(Jeras et al., 2019). Respecto a la incidencia, estudios en fútbol profesional masculino, como la Serie A italiana, reportan tasas de 0,42 lesiones por cada 1000 horas de partido y 0,03 por cada 1000 horas de entrenamiento (Grassi et al., 2020). Sin embargo, investigaciones recientes indican que la tasa de lesión en mujeres futbolistas universitarias y profesionales puede ser hasta cinco veces mayor que en varones en deportes de pivote, posicionando al fútbol femenino como una población prioritaria para la prevención y el estudio de estas lesiones (Zheng et al., 2025).

Mecanismos de lesión

La literatura respalda que más del 50% de las lesiones del LCA se producen mediante un mecanismo sin contacto directo en la rodilla lesionada. Los hallazgos proporcionados por Della Villa et al. (2020), informan que, en 10 años en el fútbol italiano profesional, ocurrieron 148 lesiones de LCA, en las cuales se pudieron analizar 134. 108 jugadores (88%) fueron sin contacto directo, 59 (44%) sin contacto, 59 (44%) con contacto indirecto, y solo 16 (12%) con contacto directo. Aquellas con contacto directo resultaron de una fuerza externa con una carga en valgo de la rodilla, o por una fuerza externa que produjo un mecanismo de hiperextensión, y se dieron tanto en situaciones defensivas como ofensivas. Mientras que en las lesiones sin contacto e indirectas, se identificaron cuatro patrones situacionales, en donde el momento de presión en un momento defensivo, la desaceleración, la “tacleada” Y el aterrizaje en salto, con casos aterrizando tanto con una pierna como con las dos. El análisis biomecánico fue posible en 107 casos. En el plano sagital, los jugadores mostraron un tronco erguido (0°), cadera en flexión temprana (35°), flexión superficial de la rodilla (17,5°) y tobillo en flexión plantar temprana con apoyo del talón en casi la mitad (48%) de los casos. En el plano frontal, el tronco estaba ligeramente inclinado ipsilateralmente (5°), ya sea en una posición neutral (34%) o rotado hacia la extremidad ilesa (53%), cadera en abducción (88%), neutral (63%) o valgo (27%) y un pie en rotación externa (59%). La carga en valgo de la rodilla se observó con frecuencia (81%), y en la mayoría (69%) se observó un aumento significativo en la rotación interna de la cadera y/o aducción, mientras que el colapso en valgo fue poco común (13%).

Rekik et al. (2023), en su estudio realizado con 15 jugadores de la liga Qatarí de futbol, documentan que doce jugadores (80%), sufrieron una situación de lesión con contacto indirecto (8) o sin contacto (4), y 3 en mecanismos con contacto directo (20%). En 10 de los casos, se observó un mecanismo de valgo de rodilla (1 con contacto directo con la rodilla, 3 con contacto con otras partes del cuerpo y 6 sin contacto corporal). No se observó valgo en 2

casos (ambos con contacto directo en la rodilla). En todos los casos excepto 2, la rodilla se encontraba ligeramente flexionada al momento de la lesión. Al igual que Della Villa et al. (2020), en las lesiones sin contacto, se distinguieron distintos patrones situacionales de juego, en donde seis jugadores sufrieron su lesión en un acto defensivo presionando, sin posesión de balón, todos con rodilla en valgo. Dos de estos jugadores sufrieron un contacto indirecto en su tronco/brazo. Hubo una gran abducción de cadera ($> 20^\circ$) en la mitad de los casos, con una flexión moderada de la cadera (30 a 62°). La rodilla estaba ligeramente flexionada (14 a 29°), excepto en un caso. Sólo en 2 casos se observó eversión del tobillo. La rotación externa del pie se observó en 4 de 6 casos. El apoyo del pie fue principalmente en el talón. La segunda situación lesional más frecuente con cuatro jugadores fue el tackle o entrada lateral, tanto de forma defensiva como ofensiva. La abducción de la cadera fue variable, mientras que la flexión de la cadera fue leve (16 a 36°). La flexión de la rodilla era leve (14 a 29°). La pisada fue variable, pero con mayor frecuencia en rotación externa y sin eversión del tobillo. El bloqueo y el control fueron otras variables, en donde el contacto indirecto fue principalmente con el tronco/brazo en los jugadores que avanzaban. La rotación del torso fue neutra durante la detección y hacia la pierna ilesa durante el bloqueo. La abducción de la cadera fue variable y la flexión de la cadera de 34 a 36° (excepto un caso). La rodilla estaba ligeramente flexionada (14 a 29°). La posición del pie fue siempre en rotación externa con un golpe del pie ya sea en el talón o en la punta. Entre las lesiones por contacto directo, se dieron 3 situaciones diferentes; (1. contacto rodilla con rodilla que implica impacto anterolateral en la rodilla y que conduce a un mecanismo de compresión de la rodilla en posición flexionada (58°); 2. contacto del cuerpo con la rodilla con pérdida del equilibrio, que implica un impacto posterolateral en la rodilla y provoca un valgo de la rodilla y una traslación anterior de la parte superior de la pierna; 3. contacto del pie con la rodilla que implica un impacto anterior y provoca una hiperextensión de la rodilla. En los 3 casos se produjo principalmente una gran abducción de cadera (2/3) con cadera en flexión (39 a 48°). La rotación del pie, la pisada y la eversión del tobillo variaron.

Factores de riesgo de lesión de LCA en futbolistas

La Organización Mundial de la Salud define factor de riesgo como cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. El primero en utilizar el término fue el Dr. Thomas Royle Dawber en el área de la cardiología al identificar el tabaco y la hipertensión arterial a determinadas patologías cardiovasculares. Un factor de riesgo entonces es un predictor estadístico, y su utilidad está en predecir un evento, dar causalidad y dar herramientas para la prevención de

estos. Existen múltiples factores de riesgo, los cuales pueden clasificarse en intrínsecos, extrínsecos, y a su vez, modificables y no modificables. Dentro de los factores intrínsecos no modificables encontramos al género, variaciones anatómicas, antecedentes de lesión previa de LCA y predisposición genética; en cuanto a los factores intrínsecos modificables encontramos el índice de masa corporal (IMC), el estado hormonal en el momento de la actuación deportiva, los déficits neuromusculares y anomalías biomecánicas. Los factores extrínsecos son modificables e incluyen el entorno del juego, el equipamiento, el nivel de competición, y el tipo de deporte. En las mujeres sus principales factores de riesgo incluyen una muesca intercondílea estrecha, área de sección transversal del LCA reducida, alineación desfavorable de la pelvis, la cadera, la rodilla y el pie, laxitud tibio femoral generalizada, mayor dependencia de la estabilidad de los ligamentos que de los músculos, baja relación concéntrica entre los isquiotibiales y los cuádriceps y fluctuaciones hormonales (Zago et al., 2021; Grassi et al., 2020).

Factores Anatomicos

En las mujeres sus principales factores de riesgo incluyen el ancho de la muesca femoral (femoral notch en inglés), y su relación con el cóndilo, aumentan el riesgo de sufrir una lesión de LCA. Aquellos que presentan una muesca estrecha, tienen un riesgo mayor de sufrir una lesión de LCA sin contacto. A su vez, existe una asociación entre la disminución del área transversal del LCA y la escotadura femoral estrecha, aumentando el riesgo de lesión. Otros factores anatómicos incluyen la pendiente tibial dirigida de forma posteroinferior y una disminución de la profundidad de la meseta tibial medial. La laxitud de los ligamentos también aumenta el riesgo de sufrir una lesión de LCA, principalmente en el fútbol. Estudios de revisión sistemática mostraron que la hipermovilidad articular generalizada en hombres y la hiperextensión de la rodilla aumentan el riesgo de lesión del LCA, aunque la asociación entre la hipermovilidad articular generalizada y el riesgo de lesión del LCA todavía es controvertida en mujeres (Kamatsuki et al., 2024). Dentro de los factores anatómicos, el único modificable es el IMC (Zago et al., 2021; Grassi et al., 2020).

Factores hormonales

Actualmente, ha habido un renovado interés en las fluctuaciones hormonales endógenas durante el ciclo menstrual, y cómo estos cambios en los niveles hormonales afectan el riesgo de lesiones del LCA. Los fibroblastos ubicados en el LCA tienen receptores de estrógeno, y el estrógeno afecta directamente la laxitud de los ligamentos y la alineación general de las extremidades. Por lo tanto, las variaciones en los niveles de estrógeno durante el ciclo

menstrual pueden desempeñar un papel significativo en el riesgo de lesión del LCA, particularmente durante las fases folicular y ovulatoria, cuando los niveles de progesterona son insuficientes para suprimir los efectos del estrógeno en el LCA. También se ha sugerido que las fluctuaciones hormonales en otras hormonas, como la relaxina, pueden aumentar el riesgo de ruptura del LCA. Se ha demostrado que el LCA de las pacientes femeninas tiene concentraciones de receptores de relaxina, y se ha demostrado que los niveles de relaxina alcanzan su punto máximo durante la fase lútea del ciclo menstrual. Esto puede aumentar la laxitud en el LCA y aumentar el riesgo de ruptura.

Se ha demostrado en estudios retrospectivos que las pacientes que toman la píldora anticonceptiva oral pueden tener un riesgo reducido de lesión del LCA. Esto puede atribuirse a que la píldora anticonceptiva oral reduce las fluctuaciones hormonales y cualquier cambio en la laxitud del LCA durante el ciclo menstrual. Se han reportado hallazgos en un gran estudio retrospectivo de 82.874 atletas femeninas, que reportó que tomar el anticonceptivo oral estaba asociado con una reducción del 63% en el riesgo de sufrir una lesión del LCA. Es importante señalar que muchos de estos estudios son de naturaleza retrospectiva y propensos a errores de muestreo, posibles factores de confusión e informes limitados de eventos adversos y complicaciones (Mancino et al., 2024).

Factores biomecánicos

Los factores biomecánicos han sido ampliamente estudiados como elementos determinantes en la ocurrencia de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA), especialmente en mujeres futbolistas. Se ha postulado que los músculos isquiotibiales actúan como agonistas al prevenir la traslación anterior de la tibia, mientras que los cuádriceps cumplen un rol antagonista al incrementar la tensión sobre el LCA. Durante las acciones deportivas, las mujeres tienden a contraer preferentemente los cuádriceps en comparación con los isquiotibiales al momento de aterrizar, a diferencia de los hombres, quienes logran un mayor equilibrio entre ambos grupos musculares. Este patrón de activación provoca una postura de aterrizaje más extendida, con las piernas rígidas, aumentando la carga sobre el LCA en comparación con la posición con la rodilla flexionada, que ofrece mayor protección al ligamento. Asimismo, se ha observado que los hombres tienen mayor capacidad de incrementar la proporción de fuerza isquiotibial/cuádriceps durante los movimientos deportivos, lo que contribuye a una mayor estabilidad articular y menor sobrecarga ligamentaria. Las atletas femeninas, por su parte, muestran una propensión a aterrizar con una mayor flexión de cadera y a mantener este ángulo durante periodos más prolongados, lo cual, si bien podría parecer protector, en

combinación con otros factores puede aumentar su riesgo de lesión de LCA sin contacto (Mancino et al., 2024).

Entre los factores biomecánicos más relevantes se encuentra el valgo dinámico de la rodilla, considerado actualmente uno de los factores biomecánicos más estudiados y determinantes en la lesión del LCA femenino (Mancino et al., 2024; Dos'Santos et al., 2023). El valgo dinámico implica un colapso medial de la rodilla durante acciones como aterrizajes, desaceleraciones o cambios de dirección, generando una combinación de movimientos de abducción, rotación tibial y traslación anterior que elevan considerablemente la tensión en el LCA, aumentando el riesgo de ruptura (Dos'Santos et al., 2023; Jeras et al., 2019). Otro factor incluye la debilidad de la musculatura abductora de la cadera, el aumento de la anteversión femoral y la torsión tibial, así como la mayor movilidad del mediopié, los cuales generan mayor tensión de tracción sobre el LCA. La poca fuerza central y un control deficiente del tronco contribuyen también a una estabilidad dinámica reducida, lo que permite la aparición de momentos de fuerza y desplazamientos fuera de la zona segura de la extremidad inferior, incrementando el riesgo de daño ligamentario (Mancino et al., 2024).

Factores extrínsecos

Dentro de estos factores encontramos tanto a los factores ambientales como aquellos que se asocian con el nivel de competición. Los factores ambientales, son aquellos que están presentes en el momento de realizar la actividad, como por ejemplo los botines, el clima o la superficie de la cancha. En cuanto a los botines, aquellos que brindan mayor resistencia a la torsión con el piso, con tacos más largos y mayor cantidad, se asocian a una mayor incidencia de lesiones de LCA. Mientras que, las canchas de césped natural son menos riesgosas que aquellas de césped artificial. Las condiciones climáticas afectan la interfaz mecánica entre el botín y la superficie, por lo que los estudios demuestran que las lesiones de LCA son menos comunes durante la temporada de baja evaporación de agua y alta lluvia. (Sanchez-Sanchez., 2025).

El ciclo menstrual

Es un proceso fisiológico cíclico que ocurre en mujeres en edad reproductiva, caracterizado por cambios periódicos en los órganos reproductores y en el sistema endocrino, con el objetivo de preparar el cuerpo para un posible embarazo (Thiyagarajan et al., 2024). Este ciclo se divide clásicamente en tres fases principales: folicular, ovulatoria y lútea, las cuales están reguladas por fluctuaciones hormonales específicas. Durante la fase folicular, que inicia

con el primer día de menstruación, aumenta la secreción de hormona folículo estimulante (FSH) y estrógenos, promoviendo el desarrollo folicular y la proliferación del endometrio. La fase ovulatoria, marcada por un pico de hormona luteinizante (LH), induce la liberación del ovocito maduro. Posteriormente, en la fase lútea, predomina la progesterona, que estabiliza el endometrio para una posible implantación (Thiyagarajan et al., 2024; Martínez-Fortuny et al., 2023). Estas fluctuaciones hormonales no solo afectan al sistema reproductor, sino que también tienen efectos en otros tejidos, incluidos los ligamentos y músculos, modulando su laxitud y control neuromuscular (Parker et al., 2024 ; Dos'Santos et al., 2023).

Ciclo menstrual y laxitud ligamentaria

Las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual han sido identificadas como un factor intrínseco relevante que modula las propiedades mecánicas de tendones y ligamentos en mujeres deportistas. Parker et al. (2024) detallan que el estrógeno y la progesterona actúan sobre la síntesis de colágeno, alterando su disposición fibrilar y la homeostasis tisular. En particular, el estrógeno alcanza su pico máximo durante la fase ovulatoria (días 12-14), momento en que se ha observado un aumento en la laxitud ligamentaria, debido a su acción inhibidora sobre la proliferación de fibroblastos y la síntesis de colágeno (Zheng et al., 2025). Esta reducción en la producción de colágeno debilita la estructura ligamentaria, disminuyendo su resistencia a la carga tensil y aumentando la elongación pasiva del tejido. Por otro lado, Dos'Santos et al. (2023) y Barlow et al. (2024) concuerdan en que los cambios hormonales propios del ciclo menstrual influyen directamente en la laxitud articular, observándose que durante la fase ovulatoria y la fase lútea media se incrementa la laxitud del LCA, lo cual se asocia con un riesgo potencialmente mayor de lesiones ligamentarias. Asimismo, Maruyama et al. (2022) demostraron que las mujeres con ciclos menstruales regulares (eumenorrea) presentan cambios significativos en la laxitud articular en comparación con mujeres con oligomenorrea, reforzando el rol del ciclo menstrual como modulador de la integridad y estabilidad ligamentaria.

Laxitud ligamentaria y valgo dinámico

El incremento en la laxitud ligamentaria producto de las fluctuaciones hormonales no se traduce únicamente en cambios estructurales del tejido, sino que también afecta directamente la estabilidad articular funcional. Parker et al. (2024) señalan que el aumento de laxitud del LCA observado durante la fase ovulatoria genera inestabilidad articular, alteraciones en la

cinemática de la rodilla y eleva las cargas articulares durante movimientos atléticos como aterrizajes y cambios de dirección. Estos cambios obligan a un mayor reclutamiento del control neuromuscular para compensar la disminución de la rigidez articular, sin embargo, muchas mujeres no logran una activación muscular protectora adecuada, lo que puede traducirse en un déficit de estabilidad dinámica. Parker et al. (2024) subrayan que la disminución de la capacidad estabilizadora del LCA debido al aumento de laxitud favorece la adopción de patrones de valgo dinámico de rodilla como estrategia compensatoria durante gestos deportivos de alta demanda. Este patrón se caracteriza por una combinación de aducción femoral y rotación interna de cadera junto con rotación externa tibial, generando un colapso medial de la rodilla que incrementa la tensión en el LCA. En este sentido, la laxitud ligamentaria no solo constituye un factor de riesgo estructural, sino que su impacto en la estabilidad articular funcional puede predisponer a la aparición de alineaciones biomecánicas desfavorables como el valgo dinámico, consideradas precursoras de lesiones graves. Además, Dos'Santos et al. (2023) sugieren que la relación entre laxitud ligamentaria, déficit de control neuromuscular y patrones de valgo dinámico constituye un círculo vicioso que incrementa la vulnerabilidad de la rodilla ante cargas externas, siendo este un punto crítico a considerar en la evaluación y planificación de estrategias preventivas en mujeres futbolistas.

Valgo dinámico y LCA

El valgo dinámico ha sido consistentemente identificado como el factor biomecánico más relevante y estudiado en la etiología de lesiones del LCA, especialmente en mujeres deportistas. Mancino et al. (2024) explican que durante gestos como aterrizajes, cambios de dirección o desaceleraciones, el valgo dinámico genera fuerzas combinadas de cizallamiento y rotación que aumentan exponencialmente la carga tensil sobre el LCA, predisponiéndolo a rupturas. Este patrón de movimiento es más prevalente en mujeres debido a factores anatómicos, hormonales y neuromusculares, creando un entorno biomecánico menos protector para el ligamento. Asimismo, Martínez-Fortuny et al. (2023) destacan que las mujeres presentan mayores ángulos Q, menor fuerza abductora de cadera y diferencias en la activación muscular, lo que contribuye a una cinemática de rodilla en valgo durante tareas deportivas de alta demanda. Este patrón biomecánico no solo se asocia con rupturas agudas del LCA, sino que su persistencia en el tiempo puede generar microtraumas repetitivos en el ligamento y el cartílago, derivando en procesos degenerativos como la osteoartritis temprana (Uhlár et al., 2021). Finalmente, Parker et al. (2024) sostienen que la combinación de mayor laxitud ligamentaria, control neuromuscular subóptimo y valgo dinámico constituye la tríada biomecánica de riesgo para lesiones de LCA en mujeres deportistas, por lo cual su evaluación

y entrenamiento específico deben formar parte fundamental de los programas de prevención y rehabilitación para reducir la incidencia de estas lesiones tan prevalentes y limitantes.

Osteoartrosis temprana posterior a una lesión de LCA

La osteoartrosis postraumática (PTOA por sus siglas en inglés) se desarrolla después de sufrir una lesión articular, ya sea una fractura intraarticular, lesión de ligamentos, u otras lesiones de cartílago, tanto articular como menisco. Principalmente los pacientes con lesión de LCA tienen un alto riesgo de desarrollar PTOA, siendo este el tipo más común de artrosis y una de las principales causas de disminución de movilidad articular. La incidencia de lesiones de LCA es alta, especialmente en adolescentes o adultos jóvenes que practican deportes como el fútbol, que implican actividades como saltar y pivotear, y la incidencia informada de PTOA posterior a una lesión de LCA llega al 87%. Varios factores pueden mediar en el riesgo de PTOA después de una lesión del LCA, como el sexo femenino, la edad, un índice de masa corporal elevado, el tabaquismo, el bajo nivel educativo, la necesidad de cirugía reconstructiva, el tiempo transcurrido entre la lesión y la cirugía, y la alineación en varo de la rodilla contralateral. (Wang et al., 2020).

Asimismo, se ha observado que las mujeres presentan un mayor riesgo de desarrollar OA temprana posterior a la lesión de LCA en comparación con los hombres, debido a la combinación de factores hormonales (como las fluctuaciones de estrógeno y relaxina que afectan la laxitud ligamentaria), biomecánicos (como el valgo dinámico más pronunciado) y neuromusculares (como un menor control motor y estabilidad articular) que aumentan su susceptibilidad tanto a la lesión inicial como al deterioro articular progresivo (Parker et al., 2024; Webster & Hewett, 2022; Mancino et al., 2024). La OA se caracteriza por la pérdida progresiva del cartílago articular, formación de osteofitos, cambios en el hueso subcondral, quistes óseos y sinovitis, junto con el estrechamiento del espacio articular observable en estudios radiográficos. Clínicamente, se manifiesta con dolor persistente, rigidez y deterioro funcional progresivo, diagnosticándose mediante la combinación de hallazgos clínicos y radiológicos. Se ha informado que la prevalencia de OA de rodilla tras una lesión aislada del LCA es de hasta un 13%, aumentando entre un 21% y un 48% cuando existe lesión meniscal asociada. Durante la lesión de LCA, las fuerzas de cizallamiento y compresión sobre el cartílago articular pueden provocar fracturas microscópicas tanto en la matriz condral como en el hueso subyacente, generando un daño inicial que, a diferencia del hueso, no puede repararse eficazmente debido a la limitada capacidad regenerativa del cartílago (Cheung et al., 2020).

Aunque la mayoría de las rupturas del LCA no presentan fracturas intraarticulares, el mecanismo traumático suele producir lesiones condrológicas significativas. De hecho, se ha reportado mediante resonancia magnética que hasta el 100% de las rodillas evaluadas tras la ruptura del LCA presentan alguna evidencia de daño condral, con una prevalencia de lesión de cartílago que varía entre un 16% y un 46% (Cheung et al., 2020). Además, se ha señalado que la PTOA posterior a lesión de LCA afecta frecuentemente la vida deportiva y profesional de las personas lesionadas, ya que la pérdida progresiva de la funcionalidad y el dolor persistente pueden limitar la participación en actividades deportivas de alto nivel o incluso provocar un retiro prematuro de la práctica competitiva (Webster & Hewett, 2022; Mancino et al., 2024). Esto convierte a la prevención de lesiones de LCA y al tratamiento temprano en objetivos prioritarios para la prolongación de la carrera deportiva y la salud articular a largo plazo.

Marco metodológico

Tipo de investigación

El presente estudio se enmarca dentro de un diseño descriptivo, cuantitativo, observacional, prospectivo y longitudinal.

Se considera descriptivo porque tiene como objetivo caracterizar en detalle el comportamiento del valgo dinámico y la laxitud ligamentaria en futbolistas femeninas durante las distintas fases del ciclo menstrual, sin intervenir ni manipular las variables estudiadas. Es de enfoque cuantitativo ya que la recolección y el análisis de datos se basan en mediciones numéricas obtenidas mediante pruebas biomecánicas, evaluaciones clínicas y cuestionarios estructurados, lo cual permite aplicar procedimientos estadísticos rigurosos y objetivos para el análisis de los resultados. El estudio es de tipo observacional, dado que no se implementará ninguna intervención o manipulación de las variables; las mediciones se realizarán observando y registrando los fenómenos tal como se presentan en el contexto natural de las futbolistas. La recolección de datos es de carácter prospectivo, debido a que las evaluaciones se llevarán a cabo hacia adelante en el tiempo, en dos momentos específicos del ciclo menstrual previamente planificados, sin recurrir a datos retrospectivos o históricos. Finalmente, se trata de un diseño longitudinal, ya que se realizarán mediciones repetidas en las mismas participantes durante diferentes fases del ciclo menstrual, permitiendo evaluar cambios intraindividuales y analizar la evolución de las variables a lo largo del tiempo.

Ámbito

La investigación se desarrollará en la Escuela de Formación Integral (EFI), institución ubicada en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe; República Argentina.

Población

La población del presente estudio estará conformada por futbolistas femeninas pertenecientes a la Escuela de Formación Integral (EFI), institución de carácter amateur integrada por jugadoras de diferentes categorías. Se incluirán aquellas que se encuentren en un rango etario comprendido entre los 20 y 30 años de edad. Este rango se considera relevante, ya que corresponde al grupo de mujeres jóvenes adultas con alta participación en el fútbol femenino y en edad reproductiva activa, lo que permite evaluar los efectos de las diferentes fases del ciclo menstrual sobre el valgo dinámico y la laxitud ligamentaria.

Muestra

Se incluyeron 20 futbolistas femeninas pertenecientes a la Escuela de Formación Integral (EFI), con edades comprendidas entre los 20 y 30 años, que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

Criterios de selección de muestra

Criterios de inclusión

- Futbolistas femeninas pertenecientes a la Escuela de Formación Integral (EFI).
- Edad comprendida entre 20 y 30 años.
- Participación activa en entrenamientos de fútbol al menos dos veces por semana.
- Presentar un ciclo menstrual regular (entre 25 y 35 días de duración promedio).
- Brindar consentimiento informado para participar del estudio.

Criterios de exclusión

- Uso de anticonceptivos hormonales (orales, inyectables o implantes).
- Embarazo al momento de la evaluación.
- Presencia de lesiones musculoesqueléticas activas en miembro inferior.
- Antecedentes de cirugías o lesiones previas en miembro inferior.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Cuestionario estructurado autorreportado, diseñado por la investigadora, con el propósito de determinar la fase del ciclo menstrual de cada participante antes de cada medición por medio de Google Forms. Esta información permitirá identificar en qué fase del ciclo menstrual se encuentra cada participante al momento de realizar las evaluaciones físicas.

Influencia del ciclo menstrual en el riesgo de LCA

Estimadas participantes,

Esta encuesta forma parte de un estudio de kinesiología que tiene como objetivo analizar **cómo las fases del ciclo menstrual pueden influir en la laxitud de los ligamentos de la rodilla y favorecer el valgo dinámico**, un factor de riesgo conocido para la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en futbolistas femeninas.

La información que proporcione es **anónima y confidencial**, y se utilizará únicamente con fines académicos. Se solicita responder **con sinceridad y precisión**.

Agradecemos su colaboración

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. **¿Autoriza voluntariamente su participación en este estudio? ***

Marca solo un óvalo.

☐ SI

☐ NO

2. **DATOS PERSONALES ***

Nombre y apellido

3. **Edad ***

4. **Peso (kg) ***

5. **Altura (cm) ***

6. **Pierna dominante ***

Marca solo un óvalo.

☐ Derecha

☐ Izquierda

7. **CICLO MENSTRUAL**

*

¿Cuál es la duración habitual de tu ciclo menstrual?

Antes de responder, verifica cuantos días suele durar tu ciclo menstrual habitual (en días).

8. **¿Cuál fue el primer día de tu última menstruación?**

*

Antes de responder, verifica el primer día de tu última menstruación. selecciona la fecha exacta en el calendario.

Ejemplo: 7 de enero de 2019

9. ¿Actualmente estás tomando algún método anticonceptivo hormonal? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
☐ No

10. ¿Notás que tu rendimiento físico cambia según la fase de tu ciclo? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
☐ No

11. ENTRENAMIENTO DEPORTIVO *

Frecuencia semanal de entrenamiento (veces x semana)

Marca solo un óvalo.

- ☐ 1 vez por semana
☐ 2 veces por semana
☐ 3 veces por semana

12. **Intensidad promedio de entrenamiento** *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Baja
☐ Moderada
☐ Alta

13. **ANTECEDENTES DEPORTIVOS**

*

¿Has tenido una lesión previa en la rodilla?

¿Cuál? *(En el caso de una respuesta afirmativa)*

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Test Drop Vertical Jump (DVJ), que consiste en una prueba de salto con doble apoyo destinada a evaluar el valgo dinámico de la rodilla. El movimiento será grabado en video y posteriormente analizado mediante el software de análisis biomecánico Kinovea, con el fin de determinar el ángulo de valgo dinámico durante la fase de aterrizaje. Por último, se aplicará el Test de Beighton Score, una evaluación clínica que permite cuantificar y confirmar la laxitud ligamentaria general. Este instrumento valora la hipermovilidad articular en diferentes segmentos corporales y asigna una puntuación total de 0 a 9, donde los valores más altos indican mayor grado de laxitud.

Consideraciones éticas

La investigación respetará los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. Se garantizará la confidencialidad y anonimato de la información recolectada. Todos los participantes firmarán un consentimiento informado, y se aclarará que la participación es voluntaria y pueden retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

Cronograma de Actividades

Nº de Actividades	E n e r o	F e b r e r o	M a r z o	A b r i l	M a y o	J u n i o	J u l i o	A g o s t o	Se pti em bre	Oc tu br e	No vie mbr e	Dici emb re
Recopilación bibliográfica - Construcción del Marco Teórico.			x	x	x							
Trabajo de Campo.						x	x	x				

Análisis de los resultados obtenidos y desarrollo de conclusiones.									x	x		
Elaboración y entrega del informe final.											x	x

Análisis de datos

El periodo de investigación se desarrolló entre el 6 y el 14 de noviembre de 2025, durante el cual se reclutó una muestra por conveniencia de jugadoras de fútbol femenino pertenecientes a la Escuela de Formación Integral (EFI). Inicialmente, se contactó a un grupo amplio de 30 jugadoras de participantes con el objetivo de garantizar un número suficiente de evaluaciones válidas durante las fases específicas del ciclo menstrual. Previo a la realización de las pruebas funcionales, se administró un cuestionario estructurado sobre el ciclo menstrual, cuyo objetivo fue identificar con precisión la fase del ciclo en la que se encontraba cada jugadora al momento de la evaluación.

Se incluyeron únicamente aquellas jugadoras que presentaban un ciclo menstrual regular, eran menores de 30 años, no utilizaban anticonceptivos hormonales y no contaban con una lesión previa. Tras la aplicación de los criterios inclusión y exclusión, la muestra definitiva quedó conformada por 20 jugadoras, constituyendo el grupo que participó de las evaluaciones planificadas.

La identificación de la fase del ciclo menstrual se realizó mediante un cuestionario estructurado previo a las evaluaciones funcionales. Al momento de completar dicho cuestionario, el 40% de las jugadoras ($n = 8$) se encontraba en fase menstrual y el 60% ($n = 12$) en fase ovulatoria. Las fases corresponden al momento del ciclo en que se encontraba cada jugadora al completar la encuesta y fueron utilizadas para reprogramar las evaluaciones posteriores en la fase correspondiente de cada una garantizando los resultados de las

evaluaciones y que cualquier diferencia observada pudiera atribuirse a la influencia de los cambios hormonales asociados al ciclo menstrual.

Fase de ciclo menstrual	N	%
Menstrual	8	40,0
Ovulatoria	12	60,0
total	20	100

Tabla 1. Distribución de las jugadoras según fase del ciclo menstrual al momento de la evaluación.

Posteriormente se realizaron los DVJ test para el valgo dinámico de rodilla en 20 jugadoras durante la fase ovulatoria y la fase menstrual, considerando únicamente aquellas que se encontraban en la fase correspondiente calculando según el cuestionario previo, indicando los promedios de ángulo de valgo dinámico para cada pierna y el promedio general por fase.

Medida	Fase menstrual	Fase ovulatoria	Diferencia promedio
Valgo derecho	177.0	173.1	-3.9
Valgo izquierdo	182.0	180.0	-2.0
Valgo promedio	179.5	176.6	-2.9

Tabla 2. Comparación del ángulo de valgo dinámico entre fase menstrual y ovulatoria.

Durante la fase menstrual, el ángulo promedio fue de 177.0° en la pierna derecha, 182.0° en la pierna izquierda y 179.5° en promedio general. En la fase ovulatoria, los valores fueron de 173.1° en la pierna derecha, 180.0° en la izquierda y 176.6° en promedio general. La diferencia promedio entre fases fue de -3.9° para la pierna derecha, -2.0° para la izquierda y -2.9° en promedio general, indicando que durante la fase ovulatoria las jugadoras mostraron mayor valgo dinámico, principalmente en la pierna derecha.

Los resultados evidencian un incremento del valgo dinámico de rodilla durante la fase ovulatoria en comparación con la fase menstrual. Este comportamiento podría estar relacionado con las variaciones hormonales propias del ciclo menstrual, particularmente el aumento de los niveles de estrógenos durante la ovulación.

Se ha descrito que los estrógenos influyen sobre las propiedades mecánicas de los ligamentos, favoreciendo una mayor laxitud ligamentaria. Esta condición podría comprometer la

estabilidad articular de la rodilla y alterar el control neuromuscular, facilitando patrones de movimiento en valgo durante tareas funcionales como el salto.

En este sentido, el mayor valgo observado, especialmente en la pierna derecha, podría interpretarse como un factor de riesgo potencial para lesiones del ligamento cruzado anterior, coincidiendo con la evidencia científica que reporta una mayor incidencia de lesiones en fases del ciclo con mayor influencia estrogénica.

Seguido, se evaluó la hipermovilidad articular general mediante el test de Brighton durante las fases correspondientes del ciclo menstrual. Se considero hipomóvil a toda jugadora con ≥ 4 ítems positivos en el test. La diferencia entre fases es mínima, indicando que la hipermovilidad articular general se mantiene relativamente estable a lo largo del ciclo menstrual. Durante la fase ovulatoria, la mayoría de las jugadoras presento entre 0 y 3 ítems positivos, indicando movilidad dentro del rango normal, mientras que un pequeño porcentaje alcanzo ≥ 4 ítems positivos, evidenciando hipermovilidad general. En la fase menstrual, la distribución fue similar, con la mayoría dentro del rango normal y pocas jugadoras con hipermovilidad general.

Fase del ciclo	Numero de jugadoras evaluadas	Jugadoras con hipermovilidad (≥ 4 ítems)	Porcentaje
Ovulación	20	3	14%
Menstruación	20	2	8%

Tabla 3. Evaluación de la hipermovilidad articular según fase del ciclo menstrual mediante test de Beighton.

A diferencia de lo observado en el valgo dinámico, los resultados del test de Beighton no evidenciaron variaciones relevantes entre las fases del ciclo menstrual. Sin embargo, es importante considerar que este test evalúa la hipermovilidad articular general y no permite valorar de forma específica la laxitud ligamentaria a nivel de la rodilla. Por lo tanto, la ausencia de diferencias en la hipermovilidad general no descarta la influencia del ciclo menstrual sobre la estabilidad articular de la rodilla.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que existen variaciones en el comportamiento del valgo dinámico de rodilla entre la fase menstrual y la fase ovulatoria del ciclo menstrual en futbolistas femeninas. En este sentido, se evidenció un incremento de los valores de valgo dinámico durante la fase ovulatoria en comparación con la fase menstrual, tanto en el promedio general como en el análisis por extremidad, siendo más evidente en la pierna derecha. Estos hallazgos sugieren que las fluctuaciones hormonales propias del ciclo menstrual podrían influir en la mecánica de la rodilla durante la ejecución de tareas funcionales como el salto. Particularmente, el aumento de los niveles de estrógenos característico de la fase ovulatoria podría estar asociado a un incremento de la laxitud ligamentaria, lo que disminuiría la estabilidad pasiva de la articulación y generaría una mayor demanda sobre los mecanismos de control neuromuscular.

En este contexto, la combinación entre una mayor laxitud ligamentaria y un control neuromuscular posiblemente insuficiente podría favorecer la aparición de patrones de movimiento en valgo dinámico. Este patrón biomecánico ha sido ampliamente relacionado con un mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior, ya que incrementa las fuerzas de cizallamiento y rotación sobre la rodilla, aumentando la vulnerabilidad de la articulación durante gestos deportivos de alta demanda.

En relación con la laxitud ligamentaria general, evaluada mediante el test de Beighton, no se observaron diferencias relevantes entre las fases del ciclo menstrual. Sin embargo, es importante considerar que este instrumento evalúa la hipermovilidad articular de forma global y no permite analizar de manera específica la laxitud a nivel de la rodilla, por lo que no se puede descartar la presencia de variaciones locales que influyan en la estabilidad articular.

Desde una perspectiva clínica y kinésica, los resultados obtenidos destacan la importancia de considerar la fase del ciclo menstrual en la evaluación funcional y en la planificación del entrenamiento en futbolistas femeninas. Asimismo, se reconoce como limitación el tamaño reducido de la muestra y el uso de un cuestionario para determinar la fase del ciclo menstrual. Este estudio aporta evidencia que sugiere una posible influencia del ciclo menstrual sobre el valgo dinámico, reforzando la necesidad de continuar investigando esta relación para desarrollar estrategias de prevención más específicas y efectivas.

Bibliografia

- Barlow, A., Blodgett, J. M., Williams, S., Pedlar, C. R., & Bruinvels, G. (2024). Injury incidence, severity, and type across the menstrual cycle in female footballers: A prospective three season cohort study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 56(6), 1151–1158. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003391>
- Bingzheng, Z., Xinzhuo, Z., Zhuo, J., Xing, Y., Bin, L., & Lunhao, B. (2023). The effects of sex hormones during the menstrual cycle on knee kinematics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1209652. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1209652>
- Cheung, E., DiLallo, M., Lansdown, D. A., & Feeley, B. T. (2020). Osteoarthritis and ACL reconstruction—Myths and risks. *Musculoskeletal Medicine*, 13(1), 115–122. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09596-w>
- Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Zaffagnini, S., & Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): Injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423–1432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Della Villa, F., Hägglund, M., Della Villa, S., Ekstrand, J., & Waldén, M. (2021). High rate of second ACL injury following ACL reconstruction in male professional footballers: An updated longitudinal analysis from 118 players in the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 55(23), 1350–1357. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104508>
- Dos'Santos, T., Stebbings, G. K., Morse, C., Shashidharan, M., Daniels, K. A. J., & Sanderson, A. (2023). Effects of the menstrual cycle phase on anterior cruciate ligament neuromuscular and biomechanical injury risk surrogates in eumenorrheic and naturally menstruating women: A systematic review. *PLOS ONE*, 18(1), e0280800. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280800>
- Foley, A., Confino, J., Halvorson, R., Petrie, K., Torres, A., & Feeley, B. (2025). Return to sport following ACL reconstruction. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 18(12), 599–610. <https://doi.org/10.1007/s12178-025-09989-0>

- Grassi, A., Macchiarola, L., Filippini, M., Lucidi, G. A., Della Villa, F., & Zaffagnini, S. (2020). Epidemiology of anterior cruciate ligament injury in Italian First Division soccer players. *Sports Health*, 12(3), 279–288. <https://doi.org/10.1177/1941738119885642>
- Gupta, A. S., Pierpoint, L. A., Comstock, R. D., & Saper, M. G. (2020). Sex-based differences in anterior cruciate ligament injuries among United States high school soccer players: An epidemiological study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(5), 2325967120919178. <https://doi.org/10.1177/2325967120919178>
- Jeras, N. M. J., Bovend'Eerd, T. J. H., & McCrum, C. (2019). Biomechanical mechanisms of jumping performance in youth elite female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2674–2680. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1674526>
- John, G., AlNadwi, A., Georges Abi Antoun, T., & Ahmetov, I. I. (2025). Injury prevention strategies in female football players: Addressing sex-specific risks. *Sports*, 13(2), 39. <https://doi.org/10.3390/sports13020039>
- Kamatsuki, Y., Qvale, M. S., Steffen, K., Wangensteen, A., & Krosshaug, T. (2025). Anatomic risk factors for initial and secondary noncontact anterior cruciate ligament injury: A prospective cohort study in 880 female elite handball and soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 53(1), 123–131. <https://doi.org/10.1177/03635465241292755>
- Kapandji, A. I. (2007). *Fisiología articular*. Médica Panamericana.
- Mancino, F., Kayani, B., Gabr, A., Fontalis, A., Plastow, R., & Haddad, F. S. (2024). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Risk factors and strategies for prevention. *Bone & Joint Open*, 5(2), 94–100. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.52.BJO-2023-0166>
- Martínez-Fortuny, N., Alonso-Calvete, A., Da Cuña-Carrera, I., & Abalo-Núñez, R. (2023). Menstrual cycle and sport injuries: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3264. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043264>
- Maruyama, S., Sekine, C., Shagawa, M., Yokota, H., Hirabayashi, R., Togashi, R., Yamada, Y., Hamano, R., Ito, A., Sato, D., & Edama, M. (2022). El ciclo menstrual altera la

- laxitud articular en mujeres: Diferencias entre eumenorrea y oligomenorrea. *Journal of Clinical Medicine*, 11(11), 3222. <https://doi.org/10.3390/jcm11113222>
- Parker, E. A., Duchman, K. R., Meyer, A. M., Wolf, B. R., & Westermann, R. W. (2024). Menstrual cycle hormone relaxin and ACL injuries in female athletes: A systematic review. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 44(1), 113–123.
- Roethke, L. C., Braaten, J. A., Rodriguez, A. N., & LaPrade, R. F. (2023). Revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR): Causes and how to minimize primary ACLR failure. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 11(2), 80–93. <https://doi.org/10.22038/ABJS.2022.60187.2970>
- Sánchez-Sánchez, J., Raya-González, J., Martín, V., & Rodríguez Fernández, A. (2025). Comprensión de las lesiones en futbolistas jóvenes: Una revisión narrativa sobre incidencia, mecanismo, ubicación, factores de riesgo y estrategias preventivas. *Applied Sciences*, 15(3), 1612. <https://doi.org/10.3390/app15031612>
- Thiyagarajan, D. K., Basit, H., & Jeanmonod, R. (2024). Physiology, menstrual cycle. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Uhlár, Á., Ambrus, M., Kékesi, M., Fodor, E., Grand, L., Szathmáry, G., Rácz, K., & Lacza, Z. (2021). Medición precisa de la posición valgo dinámica de la rodilla basada en Kinect Azure: Un factor predisponente corregible para la osteoartritis. *Applied Sciences*, 11(12), 5536. <https://doi.org/10.3390/app11125536>
- Wang, L., Zeng, N., Yan, Z. P., Li, J. T., & Ni, G. X. (2020). Post-traumatic osteoarthritis following ACL injury. *Arthritis Research & Therapy*, 22(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13075-020-02156-5>
- Webster, K. E., & Hewett, T. E. (2022). Anterior cruciate ligament injury and knee osteoarthritis: An umbrella systematic review and meta-analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 32(2), 145–152. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000894>
- Zago, M., Sina, D., Bertozzi, F., Brunetti, C., Gatti, A., Salaorni, F., & Galli, M. (2021). Fatigue induced by repeated changes of direction in elite female football (soccer) players: Impact on lower limb biomechanics and implications for ACL injury prevention. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 666841.

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.666841>

Zheng, W., Tang, P., Yang, S., et al. (2025). The relationship between menstrual cycle and anterior knee laxity: A systematic review (*Preprint*). *Research Square*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6788547/v1>