

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA**



**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LAS LESIONES DE  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA) EN LOS  
DISTINTOS DEPORTES**

**AUTOR:** QUIJADA GARCÍA, SUSANA.

**Nº expediente:** 1030.

**TUTOR:** CATALÁN GARCÍA, IRENE.

**Departamento y Área:** PATOLOGÍA Y CIRUGÍA.

**Curso académico** 2016 - 2017.

**Convocatoria** de Junio.



## ÍNDICE DE LOS CONTENIDOS

1. Resumen y palabras clave .....	4
2. Abstract and key words .....	5
3. Introducción .....	6
4. Objetivos .....	10
5. Material y métodos.....	11
6. Resultados .....	12
7. Discusión.....	13
8. Conclusión.....	16
9. Referencias bibliográficas .....	17
10. Anexo de figuras y tablas .....	20
1) <u>Tabla 1</u> : Resumen de la selección de artículos de la búsqueda bibliográfica. ....	20
2) <u>Figura 2</u> : Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica. ....	21
3) <u>Tabla 2</u> : Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA .....	22
4) <u>Tabla 3</u> : Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA.....	23
5) <u>Tabla 4</u> : Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA .....	24
6) <u>Tabla 5</u> : Resumen de los artículos sobre factores de riesgo de rotura de LCA. ....	25
7) <u>Tabla 6</u> : Resumen de los artículos sobre factores de riesgo de rotura de LCA. ....	26

## I. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**Introducción:** el Ligamento Cruzado Anterior (LCA) es el responsable del deslizamiento del cóndilo hacia anterior. Este ligamento se tensa en extensión, y se relaja en flexión.

La rotura del LCA es una de las lesiones más comunes en el deporte, produciéndose la mayoría por mecanismos de no contacto.

Esta lesión es mayor en las mujeres atletas que en los hombres, debido principalmente a sus diferencias anatómicas y hormonales.

**Objetivos:** conocer la epidemiología y los factores de riesgo asociados a las lesiones de LCA y a los deportes de alto riesgo.

**Material y métodos:** búsqueda en las bases de datos PubMed y Scopus, incluyendo los artículos publicados entre 2007 y 2017, que hablasen sobre la epidemiología de la lesión relacionada con el deporte y que estudiaran sus factores de riesgo asociados.

**Resultados:** encontramos 12 artículos (5 sobre factores de riesgo y 7 sobre epidemiología).

Los resultados obtenidos muestran que las lesiones de LCA se producen principalmente durante la práctica deportiva, sobre todo aquellas en las que se realizan un mayor número de reacciones sin contacto. La relación de rotura entre hombres y mujeres es mayor en las mujeres.

Dentro de los factores de alto riesgo tenemos el momento de abducción de la rodilla (KAM) en el aterrizaje de un salto, la evaluación estética del salto (TJA), los tiempos de estabilización tras el salto (TTS) y el movimiento funcional (FMS).

**Conclusiones:** las lesiones de LCA afectan sobre todo a los atletas que realizan acciones sin contacto.

Como factores de riesgo biomecánicos importantes tenemos el KAM, la TJA, los TTS y el FMS.

**Palabras clave:** “Ligamento Cruzado Anterior”, “Baloncesto”, “Fútbol”, “Voleibol”.

## II. ABSTRACT AND KEY WORDS

**Introduction:** Anterior Cruciate Ligament (ACL) is responsible for the slip of the condyle towards the anterior plane. This is stretched in extension, and relaxed in flexion..

ACL rupture is one of the most common injuries in sport; it is produced mostly by non-contact mechanisms.

This lesion is greater in female athletes than in men, mainly due to their anatomical and hormonal differences.

**Objectives:** To know the epidemiology and risk factors associated with ACL injuries and high-risk sports.

**Material and methods:** search in the PubMed and Scopus databases, including articles published between 2007 and 2017 that talked about the epidemiology of sports-related injury and studied their associated risk factors.

**Results:** we found 12 articles (5 on risk factors and 7 on epidemiology).The results show that ACL injuries occur mainly during sports, especially those in which a greater number of non-contact reactions are performed. The breakdown ratio between men and women is higher in women.

Among the high-risk factors we have the knee abduction moment (KAM) in the landing of a jump, the tuck jump assessment (TJA), the time to stabilization (TTS) after the jump and the functional movement (FMS).

**Conclusions:** ACL injuries mainly affects athletes who non-contact actions.

As important biomechanical risk factors are KAM, TJA, TTS and FMS.

**Key words:** “anterior cruciate ligament”, “basketball”, “soccer” y “volleyball”.

### III. INTRODUCCIÓN

La anatomía de la rodilla es la más compleja tanto del punto de vista anatómico como del punto de vista funcional porque debe ser estable y al mismo tiempo permitir una buena movilidad. Esta está compuesta por la articulación tibiofemoral, inestable debido a sus carillas incongruentes, la cual se estabiliza gracias a las estructuras ligamentosas y musculares que la componen, y femoropatelar (Cailliet, 2006).

Según Kapandji, la articulación de la rodilla posee un solo grado de libertad: flexión y extensión. De manera accesoria se le atribuye un segundo grado de libertad: rotación sobre el eje longitudinal de la pierna; que solo aparece cuando hay flexión de rodilla.

Pensándolo desde un punto de vista mecánico:

- En extensión máxima posee una gran estabilidad. En esta posición la rodilla hace importantes esfuerzos debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.
- Adquiere una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión. Esta movilidad es necesaria la hora de la carrera y para la orientación óptima del pie en terrenos irregulares.

Sin embargo, debido a la poca superficie de acoplamiento, condición necesaria para la buena movilidad de esta articulación, la expone a esguinces y luxaciones.

- En flexión, posición de inestabilidad, la rodilla está expuesta a lesiones ligamentosas y meniscales.
- En extensión, es más vulnerable a las fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas.

Siguiendo el trabajo realizado por el mismo autor, para dar a esta estructura la estabilidad que necesita posee:

- Meniscos (externo e interno): fibrocartílagos interarticulares que compensan la no concordancia de las superficies articulares. Estos se encargan de:
  - En extensión transmiten las fuerzas de compresión entre la tibia y el fémur.
  - En flexión favorecen la movilidad provocando una merma de la estabilidad.

- Ligamentos laterales (externo e interno): refuerzan la cápsula articular, asegurando la estabilidad lateral de la rodilla cuando está en extensión.
- Ligamentos cruzados (anterior y posterior): se sitúan en el centro de la articulación y establecen conexiones importantes con la cápsula articular, siendo un parte integrante de ella. Se encargan de asegurar la estabilidad anteroposterior de la rodilla a la par que permiten los movimientos manteniendo las superficies articulares en contacto.

El Ligamento Cruzado Anterior (LCA) o Ligamento Cruzado Antero-Externo(LCAE), estructura protagonista de esta revisión, presenta su inserción tibial en la superficie preespinal, en la glenoide interna, por delante de la inserción anterior del menisco interno y por detrás de la del menisco externo. Su inserción femoral se encuentra en la cara axial del cóndilo externo, en la parte más posterior, encontrándose en contacto con el cartílago. Es más anterior en la tibia y más externo en el fémur, por lo que su trayecto es oblicuo hacia arriba, hacia atrás y hacia afuera.

Aunque en conjunto, su forma se muestra torcida sobre sí misma, se pueden describir tres haces:

- Haz antero-interno: es el más largo, el primero que se localiza y el más expuesto a traumatismos.
- Haz intermedio.
- Haz postero-externo: está oculto y es el que resiste en las rotura parciales.

Por norma general, el LCAE se tensa en extensión, siendo uno de los frenos en la hiperextensión, y se relaja en flexión. Sin embargo, debido a su longitud desigual, siempre permanecen algunas fibras tensas, no llegando a relajarse del todo nunca.

Esta ligamento es el responsable del deslizamiento del cóndilo hacia anterior (Kapandji, 2003).

La rotura del LCA es una de las lesiones más comunes en el deporte, siendo los de más alto riesgo el baloncesto, el fútbol, el balonmano, el esquí alpino, el voleibol y el tenis (Michaelidis et al., 2014) (Voskanian, 2013).

El 70%-78% de estas lesiones se producen por mecanismos de no contacto; es decir, el ligamento se rasga durante un movimiento que no implica un contacto con otro atleta (aterriaje de un salto en una sola pierna, parada brusca, corte, giro o deceleración para un cambio de dirección) (Voskanian, 2013).

La incidencia de esta lesión de 2 a 8 veces mayor en mujeres que en hombres, presentando un mayor riesgo de lesión sin contacto. Una cantidad significativa de investigaciones se centra en la mujeres deportistas de diversas edades, en las que se estudian las diferencias anatómicas, las hormonas sexuales específicas y los factores neuromusculares (nivel de acondicionamiento, nivel de habilidad, tamaño de la muesca femoral, dimensiones del LCA, grado de laxitud de la rodilla, ángulo Q, diferencias hormonales) (Michaelidis et al., 2014) .

Numerosos estudios han informado que las mujeres atletas realizan diversas acciones deportivas, como pueden ser el aterriaje después de un salto, un corte o un pivote, con una disminución de la flexión de cadera y de rodilla, aumentando el valgo de rodilla, la rotación interna de cadera y externa de tibia (Michaelidis et al., 2014) (Voskanian, 2013).

Dentro de los factores que aumentan el riesgo de lesiones del Ligamento Cruzado Anterior encontramos:

- La Relación Sérica de Relaxina (SRC). Altas concentraciones de la hormona relaxina colagenolítica hacen que aumente la laxitud de la articulación de la rodilla, disminuyendo la fuerza del ligamento; por lo que aumenta el riesgo de lesión. Las atletas femeninas con niveles por encima de 6.0 pg/ml tienen 4 veces más riesgo de rotura de LCA. Se ha estudiado que el uso de anticonceptivos hormonales atenúa los niveles de progesterona y relaxina en suero de forma significativa, disminuyendo el riesgo de lesionarse (Dragoo et al., Jan. 2011)<sup>[6]</sup> (Dragoo et al., Oct. 2011).
- El control postural dinámico durante el aterriaje en mujeres. Los déficits neuromusculares aumentan el riesgo de lesión de LCA. Más concretamente las atletas cuando aterrizan realizan extensión y rotación interna de rodilla, aparte de presentar debilidad muscular en la musculatura de la cadera y una excesiva laxitud de rodilla (Webster et al., 2010).

- La pronación excesiva de pie (pie plano). El pie plano hace que aumente la rotación medial de la tibia, provocando mayor tensión en el LCA. Se estudió la posibilidad de corregirlo con la utilización de una ortesis prefabricada de pie; sin embargo se ha atribuido la responsabilidad de esta rotación al control neuromuscular en las atletas con puntuaciones mayores de 8 mm de descenso navicular en el aterrizaje, no siendo suficiente con la utilización de la ortesis para alterar la cinemática de las extremidades inferiores (Christopher et al., 2006).

Los modelos de aterrizaje de mayor riesgo comprenden factores críticos predisponentes a la lesión del LCA en las deportistas, ya que por diversos mecanismos comunes en este tipo de patología aparece una mayor tendencia a patrones de aterrizaje de riesgo. Estos corresponden al aumento de los grados de tensión del ligamento en la extensión, en una ligera flexión (5-20°) y en el valgo de rodilla. También se asocia a que las mujeres aterrizan en una posición más erguida que los hombres, por lo que realiza una menor flexión de cadera y de rodilla y una mayor rotación interna y aducción de cadera. Estos factores sumados a la insuficiencia de adaptaciones neuromusculares de las atletas provocan un aumento del estrés de LCA (Voskanian, 2013).

Rauh et al., 2007 relacionaron los tipos de lesiones de atletas femeninas dentro de ciertos deportes y estudiaron la prevalencia de las mismas durante un periodo determinado. Observaron que casi una cuarta parte de las atletas han sufrido lesiones múltiples, siendo el fútbol y el baloncesto los deportes de más riesgo en lesión posterior, viéndose mayor proporción de lesiones de hombro y de miembros inferiores, sobre todo de rodilla.

Por ello, tuvimos la necesidad de recopilar información sobre la epidemiología de las lesiones de rodilla, más concretamente sobre las roturas de LCA, y sus factores de riesgo asociados a los deportes de mayor impacto para la articulación, con el fin de, en un futuro, permitir crear protocolos de prevención adecuados para los pacientes susceptibles de padecer esta patología.

#### **IV. OBJETIVOS**

- **Generales:**

- Conocer la importancia de las lesiones de LCA en el deporte.
- Saber cuáles son los factores de riesgo asociados al deporte que acompañan a este tipo de lesiones.

- **Específicos:**

- Determinar los deportes considerados de alto riesgo para esta patología.
- Informar sobre los factores de riesgo biomecánicos que se dan en los atletas que presentan mayor propensión a lesionarse el LCA.



## V. MATERIAL Y MÉTODOS

- **Estrategia de búsqueda:**

Se ha realizado una revisión sistemática de los trabajos existentes en las bases de datos PubMed y Scopus sobre las lesiones de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) comparadas en los diferentes deportes; estudiando su prevalencia y los factores de riesgo.

Para encontrar los diferentes trabajos se han utilizado los siguientes descriptores de Ciencias de la Salud o palabras clave: “anterior cruciate ligament”, “basketball”, “soccer” y “volleyball”. La búsqueda se realizó introduciendo el operador booleano AND. En este caso, como lo que nos interesaba era encontrar artículos que trataran las lesiones de Ligamento Cruzado Anterior en los tres deportes mencionados (baloncesto, fútbol y voleibol) solo se procedió a hacer una única búsqueda con todas las palabras clave a la vez en cada una de las bases de datos.

- **Selección de artículos (TABLA 1):**

Con el fin de ser incluidos, todos los artículos encontrados fueron seleccionados en base a:

- **Criterios de inclusión:**

- Publicaciones comprendidas entre 2007 y 2017.
- Hablar sobre la epidemiología de la lesión en cuestión relacionado con el deporte.
- Estudiar los factores de riesgo relacionados con los deportes seleccionados.

- **Criterios de exclusión:**

- No relacionar las lesiones de LCA con el deporte, sino con el sexo, la edad, las medidas antropométricas, etc.
- Publicaciones sobre resultados de conferencias.
- Artículos sobre factores de riesgo de rotura del ligamento reconstruido anteriormente.
- Artículos que tratan sobre métodos de predicción de este tipo de lesiones.
- Hablar sobre técnicas de diagnóstico de la patología.
- Estudiar la etiología y la predicción de las lesiones del deporte.
- Publicaciones sobre programas de prevención de las lesiones de LCA en el deporte.

## VI. RESULTADOS

Una vez realizada la búsqueda de la bibliografía en las bases de datos Pubmed y Scopus con las palabras clave: “Anterior Cruciate Ligament”, “Basketball”, “Soccer” y “Volleyball”; encontramos 66 artículos. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión nos quedamos con 12 artículos (FIGURA 1). De estos artículos analizados 10 los encontramos en la base de datos PubMed y 2 en Scopus. siendo 7 sobre epidemiología y 5 sobre factores de riesgo.

Dividiendo los estudios según el tema que tratan encontramos los siguientes:

- Epidemiología:
  - 4 estudios transversales.
  - 1 meta-análisis.
  - 1 estudio de cohortes.
  - 1 serie de casos.
- Factores de riesgo:
  - 1 estudio transversal.
  - 2 estudios de cohortes.
  - 1 estudio de casos-control.
  - 1 ensayo clínico controlado.

Como resultados generales hemos obtenido que los deportes más lesivos dentro de los estudiados son el baloncesto y el fútbol, ya que son los que más actividades de no contacto tiene, como cortes o saltos (TABLA 2, TABLA 3, TABLA 4).

Dentro de los factores de riesgo vemos que a mayor movimiento de abducción de la rodilla en el aterrizaje (KAM), mayores tiempos de estabilización y mayor movimiento funcional alterado obtenemos un aumento de las lesiones de LCA (TABLA 5, TABLA 6).

## VII. DISCUSIÓN

La muestra total de estudio presenta homogeneidad a la hora de incluir la lesión de LCA en los deportes como baloncesto, fútbol y voleibol, ya que se incluyeron en las palabras clave de la búsqueda bibliográfica. Sin embargo, cada estudio abarca diferentes prácticas deportivas para el análisis epidemiológico de interés.

Partiendo de que todos los artículos encontrados examinan los deportes citados en el párrafo anterior, Agel et al., 2016, Swenson et al., 2013 y Beynnon et al., 2014 añadieron el fútbol americano, el lacrosse y el hockey hierba. Los dos primeros autores mencionados tienen en común la introducción del análisis de las lesiones de LCA en el beisbol, el softbol, la lucha, el hockey hielo y la gimnasia. No obstante, Swenson et al., 2013 también investigaron la natación, el atletismo, el buceo y los equipos de animadores y Beynnon et al. 2014 incluyeron el rugby a su publicación. Por otro lado, Prodromos et al., 2007 y Fok et al., 2015 metieron en su examen el balonmano y el rugby. Sin embargo, Prodromos et al., 2007 también estudiaron a los participantes de esquí alpino, de lacrosse, de fútbol australiano y de lucha libre; mientras que Fok et al., 2015 lo hicieron con el taekwondo, los deportes de nieve, el bádminton y el hockey, sin especificar si era hockey hielo o hierba, y un variado de deportes no detallados. Nicolini et al., 2014 también realizaron la incorporación del atletismo y el baloncesto al examen de las roturas del LCA, pero la inclusión de participantes de ballet, correr por la calle, judo y jiu-jitsu son únicos en su artículo.

Agel et al., 2016, Swenson et al., 2013 y Beynnon et al., 2014 realizan una distinción en cada deporte entre hombres y mujeres a la hora de dar porcentajes de lesión; mientras que Prodromos et al., 2007 lo que hacen es dar datos generales de lesiones de LCA sin distinción de género y, al final, dar una tasa de relación mujeres/hombres en los deportes donde hubo más patología en las atletas femeninas. Nicolini et al., 2014 y Fok et al., 2015 también nos proporcionan datos generales de lesión, dando, en el caso de Nicolini et al., 2014, los porcentajes entre hombres y mujeres para saber si hay más hombres o mujeres lesionados en cada categoría deportiva, pero no hace los cálculos de tasa de lesión con la diferenciación de género ya hecha.

Encontramos dos artículos que hacían separación por estratos a la hora estudiar la patología. Beynnon et al., 2014 separan los deportes según si el atleta iba al colegio o al instituto, por lo que hicieron una separación por edad. Mientras que Swenson et al., 2013 también lo hacen, pero los clasifica en deportes principales y adicionales, ya que estos últimos se añadieron más tarde al estudio y no llegaban a la cantidad muestral necesaria para incluir los resultados en las estimaciones nacionales ponderadas, pero si en los datos globales de la muestra de conveniencia.

Dentro de los 3 deportes considerados más lesivos encontramos como actividad deportiva común, el fútbol en todos los artículos, salvo en el realizado por Agel et al., 2016, que consideraron la gimnasia femenina como la más lesiva de su estudio. El baloncesto también es considerado un deporte muy lesivo por las investigaciones realizadas por Sayampanathan et al., 2017, Agel et al., 2016, Fok et al., 2015 y Prodromos et al., 2007, las cuales muestran altos porcentajes de lesión comparados con el resto de deportes analizados en sus estudios. Como tercer deporte de alto riesgo hemos observado disparidad entre los artículos. Para Sayampanathan et al., 2017 serían los deportes de raqueta, mientras que Agel et al., 2016 consideran al lacrosse. Sin embargo, Prodromos et al., 2007 lo hacen con el esquí alpino. Tampoco está de acuerdo Swenson et al., 2013 que observaron que la gimnasia y el fútbol americano tienen altas tasas de lesión del LCA. Según Fok et al., 2015 esto se percibió en su artículo con un variado de deportes más minoritarios, que se estudiaron conjuntamente, sacando un único porcentaje de patología.

Beynnon et al., 2014 y Nicolini et al., 2014 coincidieron en que el fútbol era un deporte de alto riesgo para la rotura del ligamento, pero difirieron en el resto de deportes, dando como deportes más lesivos el rugby y el voleibol para Beynnon et al., 2014 y el jiu-jitsu y el balonmano para Nicolini et al., 2014.

Al llevar a cabo esta revisión nos dimos cuenta de que en los artículos que trataban la lesión del ligamento no utilizaban la misma forma de contabilizar las lesiones por deporte. Algunos simplemente te dicen cuáles son los más lesivos, otros te dan el porcentaje de lesiones por deporte o te dan el número de lesionados por cada mil expuestos, pero sin darte la muestra de cada deporte para poder sacar el porcentaje, por lo que no hemos podido sacar una cantidad exacta de lesiones para cada actividad recogida por los diferentes estudios para realizar un cómputo general. Tampoco hemos

encontrado apenas deportes en común en todos los artículos, solo los 3 incluidos en las palabras clave de la búsqueda (baloncesto, voleibol y fútbol).

Pasando a los factores de riesgo, este tipo de problema se debe a una etiología multifactorial, pero al centrarnos en las lesiones producidas durante la práctica deportiva sin contacto, ya que son las más características dentro de las lesiones del LCA en general, nos fijamos más en el análisis de los factores de riesgo biomecánicos.

Myer et al., 2015 y Hewett et al., 2016 tienen como elemento común de la investigación el momento de abducción de rodilla (KAM). Myer et al., 2015 relacionaron el dolor patelo-femoral (PFP) con el riesgo de sufrir rotura del LCA; mientras que Hewett et al., 2016 dividieron, según la KAM, 3 grupos de riesgo (alto, moderado o bajo riesgo de lesión del LCA). Ambos llegaron a la conclusión de que a mayor KAM mayor riesgo de patología.

El resto de los autores que hablan sobre factores de riesgo no tienen en cuenta la KAM.

Los otros factores de riesgo fueron los examinados por Hoog et al., 2016, Chorba et al., 2010 y DuPrey et al., 2016. Los primeros autores evaluaron la estética del salto (TJA) y los segundos se centraron en el movimiento funcional. Según DuPrey et al., 2016, la clave del estudio de las causas de lesión eran los tiempos de estabilización. Como podemos ver, aunque no todos tratan sobre el mismo elemento de riesgo, sí que se observa un punto común en todas las investigaciones: todas se basan en el estudio agente importante en el instante del salto.

Una circunstancia llamativa sobre estos estudios de factores de riesgos biomecánicos y neuromusculares ha sido que todos se centraron en atletas femeninas, salvo el realizado por DuPrey et al. que contó con participación mixta.

## VIII. CONCLUSIÓN

Tras el análisis de los artículos podemos concluir que:

- La rotura de LCA es una lesiones que más afectan a los deportistas que realizan acciones sin contacto.
- Los deportes con mayor riesgo de lesión son el baloncesto y el fútbol.
- Debido a que hay tanta disparidad en la manera de exponer los resultados, es difícil llegar a una conclusión clara sobre la prevalencia.
- Los factores de riesgo más característicos son:
  - La KAM en el aterrizaje de un salto, que cuanto mayor sea, más riesgo de lesionarse.
  - Los tiempos de estabilización tras el salto (TTS) a una sola pierna, en los que también aumenta la probabilidad de lesión cuantos más segundos se tarde en producirse esta estabilización después.
  - La FMS, utilizada para detectar el movimiento funcional, en la que si los atletas tienen una puntuación menor de 14 existe mayor propensión a la rotura del ligamento.
  - La TJA, donde se observa que cuanto mayor es la puntuación peor es el rendimiento y se requiere un mayor número de saltos, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas.
- Creemos que se necesitan más investigaciones sobre los factores de riesgo biomecánicos y neuromusculares, para poder crear protocolos de prevención adecuados.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL injury rates across sports: National Collegiate Athletics Association injury surveillance system data update (2004-2005 through 2012-2013). *Clin J Sport Med.* 2016; 26 (6): 518-23.
2. Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ et al. The effects of level of competition, sports, and sex on the incidence of first-time noncontact Anterior Cruciate Ligament injury. *Am J Sports Med.* 2014; 42 (8): 1806-12.
3. Christopher RC, Drouin JM, Houghlum PA. The influence of a foot orthotic on lower extremity transverse plane kinematics in collegiate female athletes with pes planus. *J Sports Sci Med.* 2006; 5 (4): 646-55.
4. Caillet R. Anatomía funcional de la rodilla. En: *Anatomía funcional, biomecánica.* 1ª ed. España: Marban Libros S.L; 2006. 193-236.
5. Chorba RS, Chorba DJ, Bovillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010; 5(2): 47-54.
6. Dragoo JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective correlation between serum relaxin concentration and Anterior Cruciate Ligament tears among elite collegiate female athletes. *Am J Sports Med.* 2011 Oct.; 39 (10): 2175-80.
7. Dragoo JL Castillo TN, Korotkava TA, Kennedy AC, Kim AJ, Stewart DR. Trends in serum relaxin concentration among elite collegiate female athletes. *Int J Womens Health.* 2011 Jan; 19 (3): 19-24.
8. DuPrey KM, Liu K, Cronholm PF, Reisman AS, Collina SJ, Webner D et al. Baseline time to stabilization identifies Anterior Cruciate Ligament rupture risk in collegiate athletes. *Am J Sports Med.* 2016; 44 (6): 1487-91.
9. Fok AWM, Yau WP. Anterior Cruciate Ligament tear in Hong Kong chinese patients. *Hong Kong Med J.* 2015; 21 (2): 131-5.

10. Hewett TE, Ford KR, Xu Y, Khoury J, Myer GD. Utilization on ACL injury biomechanical and neuromuscular risk profile analysis to determine the effectiveness of neuromuscular training: a prospective cohort double blind randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2016; 44 (12): 3147-51.
11. Hoog P, Warren M, Smith CA, Chimera NJ. Functional hop tests and tuck jump assessment scores between Female Division I Collegiate Athletes participating in high versus low ACL injury prone sports: a cross Sectional analysis. *Int J Sports Phys Ther.* 2016; 11(6): 945-953.
12. Kapandji AI. Miembro Inferior: La Rodilla. En: *Fisiología Articular.* 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana S.L.; 1998. 74-157.
13. Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on Anterior Cruciate Ligament injury rates in different sports: a systematic review. *Phys Ther Sport.* 2014; 15 (3): 200-10.
14. Myer GD, Ford KR, Di Stasi SL, Foss KD, Micheli LJ, Hewett TE. High knee abduction moment are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury in girls: is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury?. *Br J Sports med.* 2015; 49 (2): 118-22.
15. Nicolini AP, de Carvalho RT, Matsuda MM, Sayum JF, Cohen M. Common injuries in athletes' knee: experience of a specialized center. *Acta Ortop Bras.* 2014; 22 (3): 127-31.
16. Prodromos CC, Han Y, Rogowki J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of Anterior Cruciate Ligament tears as a function of gender, sports, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy.* 2007; 23 (12): 1320-25.
17. Rauh MJ, Macera CA, Ji M, Wiksten DL. Subsequent injury patterns in girls' high school sports. *J Athl Train.* 2007; 42 (4): 486-94.
18. Sayampanathan AA, Howe BK, Bin Abd Razak HR, Chi CH, Tan AH. Epidemiology of surgically managed Anterior Cruciate Ligament ruptures in a sports surgery practice. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2017; 25 (1).

19. Swenson DM, Collins CL, Best TM, Flanigan DC, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of knee injuries among U.S. high school athletes 2005/2006-2010/2011. *Med Sci Sports Exerc.* 2013; 45 (3): 462-9.
20. Voskanian N. ACL injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013; 6 (2): 158-63.
21. Webster KA, Gribble PA. Time to stabilization of Anterior Cruciate Ligament-reconstructed versus healthy knees in National Collegiate Athletes Association Division I Female Athletes. *J Athl Train.* 2010; 45 (6): 580-85.

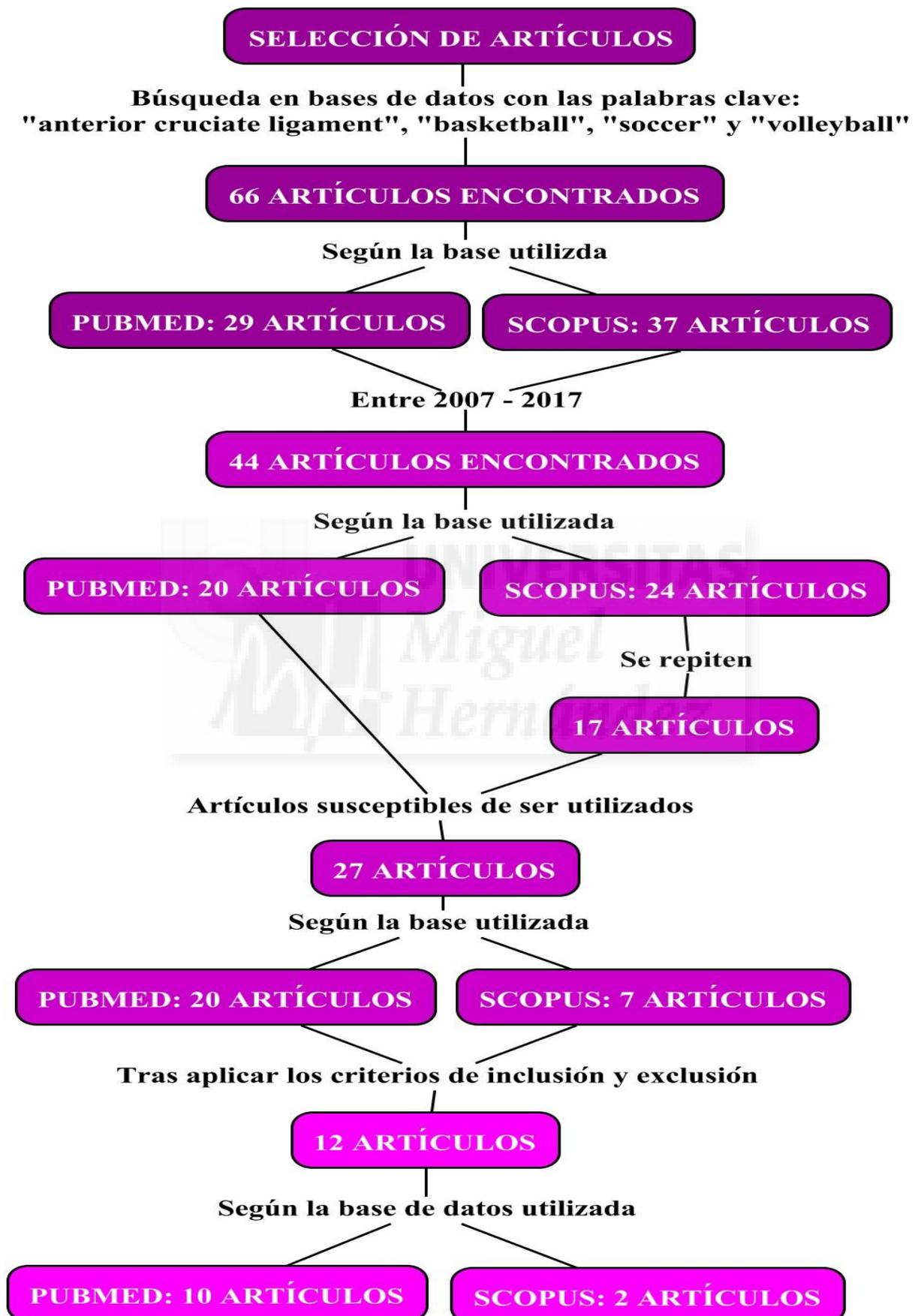


## X. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

**TABLA 1:** Resumen de la selección de artículos de la búsqueda bibliográfica.

<u>BASES DE DATOS</u>		PUBMED	SCOPUS
<u>KEY WORDS</u>		<b>"Anterior Cruciate Ligament" AND "Basketball" AND "Soccer" AND "Volleyball"</b>	
<u>ARTICULOS INICIALES</u>		29	37
<u>ARTICULOS REPETIDOS</u>		17	17
<u>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</u>	<i>2007/2017</i>	9	13
	<i>EPIDEMIOLOGÍA</i>	6	1
	<i>FACTORES DE RIESGO</i>	4	1
<u>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</u>	<i>NO RELACIONAR LAS LESIONES DE LCA CON EL DEPORTE</i>	1	0
	<i>MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE LESIÓN DE LCA</i>	3	0
	<i>RESULTADOS DE CONFERENCIAS</i>	0	1
	<i>RECONSTRUCCION DEL LCA</i>	1	0
	<i>TECNICAS DE DIAGNÓSTICO</i>	0	1
	<i>ETIOLOGÍA Y PREDICCIÓN DE LAS LESIONES EN EL DEPORTE</i>	2	0
	<i>PREVENCIÓN DE LAS LESIONES DE LCA</i>	3	3
	<i>TOTAL ARTICULOS FINALES</i>	10	2

**FIGURA 1:** Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.



**TABLA 2:** Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA.

<b><i>EPIDEMIOLOGÍA</i></b>			
<b>AUTOR/AÑO</b>	<b>Prodromos CC et al. 2007.</b>	<b>Swenson DM et al. 2013.</b>	<b>Beynonn BD et al. 2014.</b>
<b>TITULO</b>	A meta-analysis of the incidence of Anterior Cruciate Ligament tears as a function of gender, sports, and a knee injury-reduction regimen.	Epidemiology of knee injuries among U.S. high school athletes 2005/2006-2010/2011.	The effects of level of competition, sports, and sex on the incidence of first-time noncontact Anterior Cruciate Ligament injury.
<b>DISEÑO</b>	Meta-Análisis.	Estudio Transversal.	Estudio de Cohortes.
<b>MUESTRA</b>	33 artículos sobre análisis de la incidencia del LCA.	17,172,376 atletas.	1,193,776 participantes: - Colegios: 320,719. - Institutos: 873,057.
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda bibliográfica en PubMed sobre la incidencia de las roturas del LCA.</li> <li>- Palabras clave: "anterior cruciate ligament", "incidence", "rate".</li> <li>- 33 artículos en total.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de las tasas y los patrones de lesiones de rodilla con estimaciones nacionales de 9 deportes desde la temporada 2005/2006 hasta 2010/2011.</li> <li>- Usaron el Sistema de Vigilancia de Lesiones en el Deporte del Instituto Nacional.</li> <li>- En la temporada 2008/2009 se añadieron 11 deportes más.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de los datos de lesiones en distintos deportes desde 2008 hasta 2012 de 8 colegios y 18 institutos de Vermont.</li> </ul>
<b>RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deportes donde más lesiones de LCA se produjeron: baloncesto (15,949,748) y fútbol (13,892,946).</li> <li>- Menos lesivos: voleibol (28,657) y lucha libre (118,888).</li> <li>- Relación de lesiones entre Mujeres/Hombres: más mujeres con rotura, más característico en la lucha libre (4.05) y el baloncesto (3.5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las lesiones de rodilla que corresponden a la rotura del LCA es del 25.4% (0.56/10000).</li> <li>- 3ª estructura más lesionada de la rodilla.</li> <li>- Tasas de lesión más altas: fútbol americano y fútbol femenino (1.17/10000), gimnasia (1.14/10000) y baloncesto femenino (1.07/10000).</li> <li>- Tasas más altas en las niñas pero sin diferencias significativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se lesionaron del ligamento más mujeres (0.112/1000) que hombres (0.063/1000).</li> <li>- Se produjeron más lesiones en los colegios (0.15/1000). que en los institutos (0.061 por cada mil).</li> <li>- Los deportes más lesivos fueron el voleibol (0.447/1000) y el rugby (0.276/1000).</li> </ul>

**TABLA 3:** Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA.

<u><i>EPIDEMIOLOGIA</i></u>		
<b>AUTOR/AÑO</b>	<b>Nicolini AP et al. 2014.</b>	<b>Fok AWM et al. 2015.</b>
<b>TITULO</b>	Common injuries in athletes´ knee: experiece of a specialized center.	Anterior Cruciate Ligament tear in Hong Kong chinese patients.
<b>DISEÑO</b>	Estudio Transversal.	Serie de Casos.
<b>MUESTRA</b>	440 pacientes.	672 pacientes chinos.
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De enero del 2008 hasta septiembre del 2009</li> <li>- Se incluyeron los participantes con lesión de rodilla asociada al deporte.</li> <li>- Sus historias fueron revisadas por un mismo cirujano ortopédico.</li> <li>- Quedando 9 categorías con 344 participantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de los datos de las reconstrucciones del LCA en el Hospital Universitario de Hong Kong desde 1997.</li> <li>- Se excluyeron los pacientes con evidencia radiológica de artrosis, con lesión de grado 3 de los ligamentos colaterales, con deficiencia del Ligamento Cruzado Posterior, con dislocación de rodilla o con cualquier procedimiento de revisión del LCA.</li> </ul>
<b>RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Categoría más lesiva: fútbol (54.49%), jiu-jitsu (47.62%) y balonmano (47.06%).</li> <li>- Menos lesivas: atletismo (12%), correr por la calle (10.53%) y ballet (9.09%).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyeron 593 pacientes: 483 hombres (81%) y 110 mujeres (19%).</li> <li>- El 50% de los casos fue sobre la rodilla derecha (297) y el otro 50% de la izquierda (296).</li> <li>- Se lesionaron el 89.5% durante la práctica deportiva.</li> <li>- Deportes de más riesgo: el fútbol con 226 (42.6%) y el baloncesto con 163 (30.7%).</li> </ul>

**TABLA 4:** Resumen de los artículos sobre epidemiología de rotura de LCA.

<b><u>EPIDEMIOLOGIA</u></b>		
<b>AUTOR/AÑO</b>	<b>Agel J et al. 2016.</b>	<b>Sayampanathan AA et al. 2017.</b>
<b>TITULO</b>	Collegiate ACL injury rates across sports: National Collegiate Athletics Association injury surveillance system data update (2004-2005 through 2012-2013).	Epidemiology of surgically managed Anterior Cruciate Ligament ruptures in a sports surgery practice.
<b>DISEÑO</b>	Estudio Transversal.	Estudio Transversal.
<b>MUESTRA</b>	Participantes de 15 deportes de diferentes colegios.	296 pacientes.
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualización, mediante el Sistema de Vigilancia de las Lesiones en la Asociación Nacional de Atletas Colegiados para las temporadas del 2003/2004 al 2012/2013, de las tasas de lesión de LCA que había desde el año 1988/1989 hasta el 2003/2004.</li> <li>- Análisis de datos de 15 deportes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyeron a los pacientes con diagnóstico clínico y/o radiológico de rotura del LCA, con una posterior reconstrucción artroscópica por el mismo cirujano.</li> <li>- Se excluyeron los pacientes cuya rotura se produjo por una dislocación traumática de la rodilla.</li> </ul>
<b>RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deportes más lesivos: gimnasia femenina (0.24/1000), lacrosse femenino (0.23/1000) y baloncesto femenino (0.22/1000).</li> <li>- Deportes con menos lesiones: hockey hielo femenino (0.02/1000) y masculino (0.03/1000 deportistas), béisbol masculino (0.02/1000) y fútbol masculino (0.04/1000).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesiones deportivas: 82.4%</li> <li>- Lesiones deportivas sin contacto: 72.5%.</li> <li>- Se lesionaron el 87.1% de los hombres y el 87.5%, de las mujeres.</li> <li>- Deportes más lesivos: fútbol, baloncesto, deportes de raqueta (tenis, squash y bádminton) y voleibol.</li> </ul>

**TABLA 5:** Resumen de los artículos sobre factores de riesgo de rotura de LCA.

<u><b>FACTORES DE RIESGO</b></u>			
<b>AUTOR/AÑO</b>	<b>Chorba RS et al. 2010.</b>	<b>Myer GD et al. 2015.</b>	<b>DuPrey KM et al. 2016.</b>
<b>TITULO</b>	Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes.	High knee abduction moment are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury in girls: is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury?	Baseline time to stabilization identifies Anterior Cruciate Ligament rupture risk in collegiate athletes.
<b>DISEÑO</b>	Estudio Transversal.	Estudio de Cohortes.	Estudio de Caso-Control.
<b>MUESTRA</b>	38 atletas femeninas.	445 atletas femeninas. Cohorte PFP: 240. Cohorte LCA: 205.	322 participantes.
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se analizaron atletas femeninas universitarias de fútbol, voleibol y baloncesto en la temporada 2007/08.</li> <li>- Se incluyeron mujeres de 18 a 26 años que no habían sufrido lesión 30 días antes o cirugía que prohíban su participación.</li> <li>- Se utilizó una herramienta de detección de movimiento funcional (FMS) para identificar alteraciones en el movimiento normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cohorte de PFP: se incluyeron atletas femeninas de baloncesto.</li> <li>- Cohorte de LCA: atletas femeninas de voleibol, fútbol y baloncesto.</li> <li>- Se les pasaron pruebas de antropometría, fuerza y biomecánica del aterrizaje en tres dimensiones (DVJ).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De 2009 a 2013.</li> <li>- Se excluyeron: lesión del miembro inferior en los últimos 6 meses, lesión previa del LCA, lesión por mecanismo de contacto el estudio o 6 meses después de las mediciones basales.</li> <li>- Se incluyeron atletas de 9 deportes.</li> <li>- Se obtuvieron datos TTS de la línea base a 100 Hz durante 5 segundos.</li> <li>- Se realizó un seguimiento de los participantes durante 4 años y se dividieron en 2 grupos: lesionados del LCA por mecanismo de no contacto y no lesionados.</li> </ul>
<b>RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con una FMS &lt; 14 existe propensión significativa de lesión.</li> <li>- Por cada segundo de TTS más en el salto hacia atrás hay el triple de probabilidades de rotura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- KAM:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de desarrollar PFP: &gt; 15.4Nm=6.8%; &lt; 15.4Nm =2.9%.</li> <li>• Riesgo de desarrollar PFP y lesión del LCA: &gt; 25.3 Nm=6.8%; &lt; 25.3 Nm= 0.4%.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los tiempos de estabilización fueron significativamente diferentes entre los dos grupos. Los lesionados tardaron 0.49 segundos más en el salto hacia atrás.</li> </ul>

**TABLA 6:** Resumen de los artículos sobre factores de riesgo de rotura de LCA.

<b><i>FACTORES DE RIESGO</i></b>		
<b>AUTOR/AÑO</b>	<b>Hewett TE et al. 2016.</b>	<b>Hoog P et al. 2016.</b>
<b>TÍTULO</b>	Utilization on ACL injury biomechanical and neuromuscular risk profile analysis to determine the effectiveness of neuromuscular training: a prospective cohort double blind randomized controlled trial.	Functional hop tests and tuck jump assessment scores between Female Division I Collegiate Athletes participating in high versus low ACL injury prone sports: a cross Sectional analysis.
<b>DISEÑO</b>	Ensayo Clínico Controlado.	Estudio de Cohortes.
<b>MUESTRA</b>	624 atletas femeninas.	97 participantes femeninas. HR (alto riesgo): 57. LR (bajo riesgo): 40
<b>METODOLOGIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 52 equipos regionales de baloncesto (48.8%), fútbol y voleibol (24.6%).</li> <li>- Se excluyeron: lesión de LCA, cirugía de rodilla y lesión del miembro inferior o dolor lumbar en el año anterior al estudio que requiriese intervención médica.</li> <li>- Se realizó el análisis de dos pruebas (SCD y DVJ) para dividir las en los 3 grupos de riesgo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil 1: riesgo bajo.</li> <li>• Perfil 2: riesgo moderado.</li> <li>• Perfil 3: riesgo alto.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyen: atletas femeninas de alto riesgo y bajo riesgo, analizadas por un médico antes de la participación y luego revisados por un fisioterapeuta.</li> <li>- Se excluyeron: antecedentes de conmoción cerebral hacía 6 meses, lesionados o con una enfermedad limitante y por utilización de vestimenta inadecuada.</li> <li>- Datos recogidos en la Universidad del Norte de Arizona en las temporadas del 2014 al 2016.</li> <li>- Se analizaron cuatro pruebas funcionales estándar (SFT): SLH, TH, COH y TJA.</li> <li>- Se examinó la LSI.</li> <li>- El orden de realización de las pruebas fue aleatorio para cada participante.</li> <li>- Se dejó un intento de cada prueba como ensayo y se realizaron los saltos con ambas extremidades.</li> </ul>
<b>RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existen diferencias significativas entre los perfiles 1-2, 1-3 y 2-3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LSI cerca del 100% para todos.</li> <li>- Sin diferencias estadísticamente significativas entre el HR y el LR en las pruebas de SLH, TH y COH.</li> <li>- TJA: puntuación más alta para el grupo HR, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, salvo en la "no colocación de los pies a la altura de los hombros", dado en mayor proporción en HR.</li> </ul>