

VARIABILIDAD HORMONAL Y LAXITUD DE RODILLA EN LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN FÚTBOL FEMENINO.

PAREDES, A. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Graduada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (Universidad de Católica de Valencia). Graduada en Fisioterapia (Universidad de Valencia). Máster en Prevención y Readaptación Funcional de Lesiones (Universidad Católica de Valencia). Readaptadora de la Academia Valencia CF SAD.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es comprobar si la bibliografía consultada demuestra la existencia de relación entre las diferencias o fluctuaciones hormonales y un riesgo significativo de laxitud articular o lesión de LCA. **Material y métodos:** El presente trabajo es una revisión sistemática con criterios de inclusión (mujeres que practican deportes con demandas similares al fútbol con edades comprendidas entre 15 y 32 años), un total de 11 artículos incluidos. **Resultados:** 7 artículos no encuentran diferencias significativas entre la fase del ciclo menstrual y la laxitud anterior de rodilla, sin embargo 4 de los artículos si encuentran diferencias estadísticamente significativas. **Conclusiones:** necesidad de seguir estudiando alrededor de estas variables, ya que la variabilidad hormonal durante el ciclo menstrual no sea un desencadenante principal para sufrir lesión en LCA.

PALABRAS CLAVE: hormonas, LCA, mujeres, fútbol

Fecha de recepción: 02/07/2021. Fecha de aceptación: 22/07/2021

Correspondencia: anpade190@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La participación de las mujeres en el fútbol ha ido aumentando en las últimas décadas, siendo un total de 30 millones de mujeres federadas en 2016 (Montalvo et al., 2019). Se considera un deporte altamente lesivo, sobre todo en la población femenina y concretamente en el Ligamento Cruzado Anterior (LCA) (Montalvo et al., 2019; Rahnam et al., 2009; Alahmad, Kearney y Cahalan, 2020; Volpi et al., 2016). Se estima un índice de lesión de 3,7 cada 1000 horas de juego o entrenamiento (Montalvo et al., 2019). Se estima que las niñas menores de 12 años no tienen un índice lesional alto, sin embargo, cuando se trata de niñas jugadoras de fútbol el índice lesivo aumenta (Crossley et al., 2020).

Las diferencias anatómicas, biomecánicas y hormonales serán algunos de los factores diferenciales y aclaratorios en cuanto a la incidencia lesional entre hombres y mujeres (Niyonsenga y Phillips, 2013; Sentsomedi y Puckree, 2016; Alahmad, Kearney y Cahalan, 2020). El ciclo menstrual está dividido en 3 fases principales: folicular, ovulatoria y lútea. La fase folicular, que se inicia el primer día de la menstruación y tiene una duración aproximada de 9 días, conlleva el aumento de la concentración de hormona LH, y asociado con éste, se sucede un pico agudo en la producción de estrógenos que ocurre de forma previa o coincidiendo con el aumento de gonadotropinas GnRH. Seguidamente, el pico de la hormona

luteinizante, que puede identificarse mediante muestras de suero u orina, determina cuándo ocurre la ovulación, así como permite la identificación precisa de las fases folicular y lútea (Dos Santos et al., 2017).

Esta fluctuación hormonal comporta unas consecuencias en la producción de colágeno, específicamente colágeno tipo I (componente principal de LCA junto con sustancia fundamental, proteoglicano y glucosaminoglicanos GAG) (Prodromos et al., 2007; Romero-Moraleda et al., 2017; Strocchiv et al., 1992; Waldén et al., 2011). Los estudios de Lee (2004) reflejan la forma en la que el estrógeno regula directamente la estructura y función del LCA mediante la alteración de la síntesis de colágeno tipo 1 y 3. Resulta importante señalar que el estrógeno estimula la síntesis de colágeno tipo 1 y 3 a nivel de ARNm, mientras que la aplicación de una fuerza mecánica disminuye la expresión de los genes de colágeno tipo 1 y 3. Por otra parte, no hay que olvidar que la expresión génica de colágeno tipo 1 y 3 también se estimula por el estiramiento mecánico en las células de LCA, mediante la regulación positiva del factor de crecimiento (TGF).

Las mujeres tenían un porcentaje significativamente mayor de lesionarse el

LCA durante la fase ovulatoria y un porcentaje menor de lo esperado de lesiones del LCA durante la fase lútea del ciclo menstrual. Un dato para destacar es que la edad aproximada en que las jugadoras empiezan a lesionarse de LCA, coincide con el inicio de la primera menstruación (12 años para las mujeres caucásicas) (Moses et al., 2012).

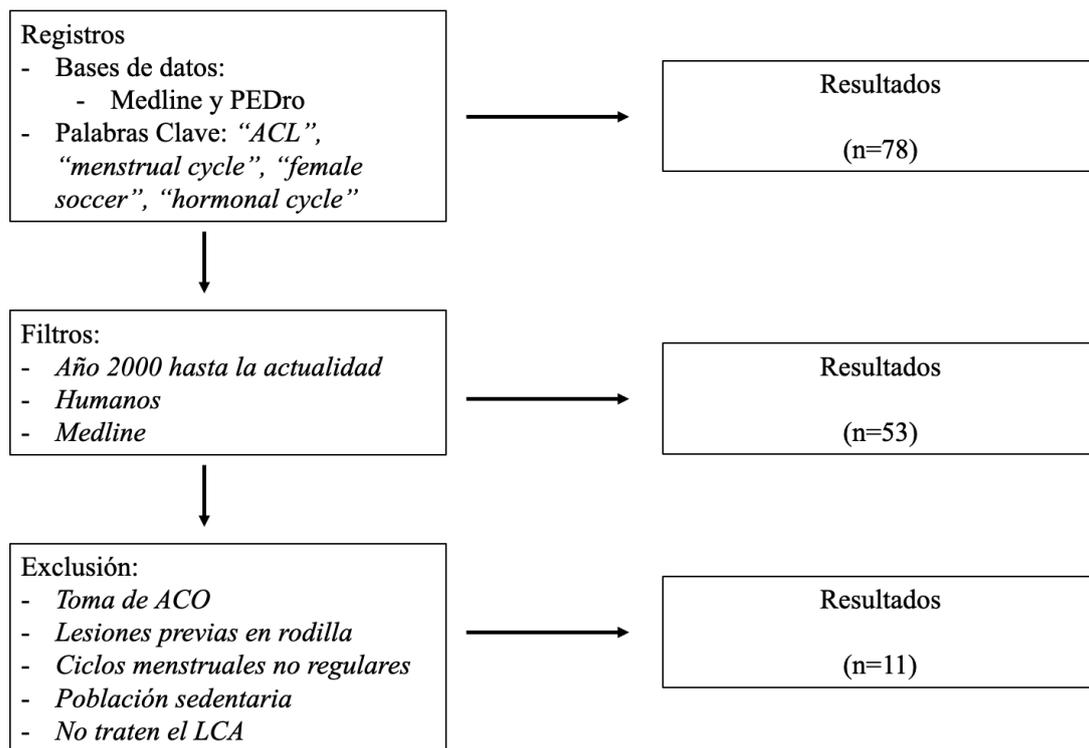
Los ligamentos y tendones tienen receptores en el cuerpo del tejido para poder aumentar o disminuir la laxitud ligamentosa, la principal función del aumento de la laxitud ligamentosa es simplemente la reproducción, por tanto, si existe un pico de producción de estrógenos en esta fase del periodo, las estructuras pueden tender a ser más laxas (Romero-Moraleda et al., 2017).

MATERIAL Y MÉTODO

Búsqueda de artículos

Para la realización de esta revisión bibliográfica y la búsqueda de artículos de apoyo, han sido utilizadas bases de datos científicas como PeDRO y Medline, llevando a cabo una búsqueda de revisiones sistemáticas en inglés, así como obteniendo la mayoría de los artículos utilizados en la base de datos Medline. En el diagrama de flujo (figura 1) se muestran los pasos de búsqueda.

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada (fuente: elaboración propia)



Criterios de inclusión y exclusión

Se descartan todos aquellos artículos con fechas de publicación anteriores al año 2000, con el propósito de que el contenido de la investigación y los resultados fuesen más actuales y se ajustaran a nuevas corrientes y visiones. Seguidamente, se desecharon aquellos en los que la muestra de población fuese de carácter sedentario. Este aspecto conduce a su vez al siguiente criterio de exclusión, siendo éste el rechazo de todos aquellos documentos que no estuvieran directamente relacionados con la lesión del LCA.

Se tuvieron únicamente en cuenta aquellos estudios en los que la población fuera exclusivamente formada por mujeres

que practican deportes de contacto y oposición cuyas mecánicas de movimiento o exigencias fuesen similares a las del fútbol, como el balonmano, el baloncesto, u otros, ya que no se han encontrado artículos con población únicamente formada por mujeres futbolistas. Por último, se llevó a cabo un cribado con respecto a la edad de las mujeres, requiriendo estar todas ellas en etapa menstrual, de entre 15 a 32 años concretamente.

Finalmente, se obtiene una muestra de 11 artículos.

RESULTADOS.

Primeramente, cabe señalar que siete de los artículos analizados reflejan que

no existen evidencias significativas entre el pico o la subida hormonal y la laxitud anterior de rodilla (Abt et al., 2007; Belenger et al., 2004; Beynnon et al., 2005; Carcia et al., 2004; Eiling et al., 2007; Hertel et al., 2006; Pollard, Braunn y Hamil, 2006). Sin embargo, cuatro de los artículos relacionan directamente el pico de producción hormonal femenino con variables relacionadas con la lesión de LCA, como puede ser la ratio de fuerza entre (Q/H) y la laxitud anterior de rodilla (Adachi et al., 2008; Karagenes, Blackburn y Vangelos, 2000; Park et al., 2009; Romani et al., 2003).

Por otra parte, con respecto a la variable relacionada con la población aparece una similitud entre los diferentes estudios que coinciden en la relación entre el pico hormonal con la laxitud anterior de la rodilla o posible lesión de LCA, y es que la mayoría de las mujeres se encontraban en una edad más avanzada.

Por lo que, a su vez, aquellos artículos que no encuentran relación entre estas variables ni por tanto en su influencia con respecto a la posible lesión de LCA, sin embargo, sí comparten un aspecto común, y es que la población participe en dichos estudios resultó ser más joven. Y es que, tal y como defiende Lee (2004), existe una pérdida de colágeno de tipo 1 y tipo 3 en la población femenina desde el momento en el

que menstrúan, de manera que a lo largo de cada ciclo la síntesis de colágeno disminuye. Por lo que es posible que al inicio de la etapa menstrual no haya habido una pérdida de colágeno significativa frente a aquellas mujeres con un mayor número de ciclos, y que por tanto su nivel de pérdida de colágeno influye directamente en la estructura del LCA.

En la tabla 1 se resumen los principales hallazgos de la revisión y se muestran en el apartado de anexos.

CONCLUSIONES

Se puede concluir afirmando la existencia de dos corrientes totalmente diferentes. La primera, con 4 artículos a su favor, defiende que, en la fase ovulatoria del ciclo menstrual, que coincide con la subida de la secreción de estrógenos y progesterona, existe una mayor laxitud o traslación anterior de la tibia, con respecto a la fase lútea y folicular del ciclo menstrual. Mientras que la segunda, con 7 artículos a su favor, refleja la no existencia de diferencias significativas entre las fases del ciclo menstrual y la laxitud anterior de rodilla.

Ambas corrientes confirman la importancia y necesidad de seguir estudiando alrededor de estas variables, ya que la variabilidad hormonal durante el ciclo menstrual no sea un desencadenante principal para sufrir lesión en LCA.

BIBLIOGRAFÍA

- Abt, J. P., Sell, T. C., Laudner, K. G., McCrory, J. L., Loucks, T. L., Berga, S. L., & Lephart, S. M. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *15*(7), 901-907
- Adachi, N., Nawata, K., Maeta, M., & Kurozawa, Y. (2008). Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, *128*(5), 473-478.
- Alahmad, T. A., Kearney, P., & Cahalan, R. (2020). Injury in elite women's soccer: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, *48*(3), 259-265.
- Belanger, M. J., Moore, D. C., Crisco, J. J., Fadale, P. D., Hulstyn, M. J., & Ehrlich, M. G. (2004). Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise. *The American journal of sports medicine*, *32*(5), 1150-1157.
- Beynnon, B. D., Bernstein, I. M., Belisle, A., Brattbakk, B., Devanny, P., Risinger, R., & Durant, D. (2005). The effect of estradiol and progesterone on knee and ankle joint laxity. *The American journal of sports medicine*, *33*(9), 1298-1304.
- Carcia, C. R., Shultz, S. J., Granata, K. P., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Knee ligament behavior following a controlled loading protocol does not differ by menstrual cycle day. *Clinical biomechanics*, *19*(10), 1048-1054
- Crossley, K. M., Patterson, B. E., Culvenor, A. G., Bruder, A. M., Mosler, A. B., & Mentiplay, B. F. (2020). Making football safer for women: a systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football (soccer) players. *British journal of sports medicine*, *54*(18), 1089-1098.
- Dos Santos Andrade, M., Mascarin, N. C., Foster, R., de Jarmy di Bella, Z. I., Vancini, R. L., & Barbosa de Lira, C. A. (2016). Is muscular strength balance influenced by menstrual cycle in female soccer players?. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *57*(6), 859-864.
- Eiling, E., Bryant, A. L., Petersen, W., Murphy, A., & Hohmann, E. (2007). Effects of menstrual-cycle hormone fluctuations on musculotendinous stiffness and knee joint laxity. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, *15*(2), 126-132.
- Hertel, J., Williams, N. I., Olmsted-Kramer, L. C., Leidy, H. J., & Putukian, M. (2006). Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *14*(9), 817-822.
- Karageanes, S. J., Blackburn, K., & Vangelos, Z. A. (2000). The association of the menstrual cycle with the laxity of the anterior cruciate ligament in adolescent female athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *10*(3), 162-168.
- Lee, C. Y., Smith, C. L., Zhang, X., Hsu, H. C., Wang, D. Y., & Luo, Z. P. (2004). Tensile forces attenuate estrogen-stimulated collagen synthesis in the ACL. *Biochemical and biophysical research communications*, *317*(4), 1221-1225.
- Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Yut, L., Webster, K. E., Beynnon, B., Kocher, M. S., & Myer, G. D. (2019). "What's my risk of

sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 53(16), 1003-1012.

Moses, B., Orchard, J., & Orchard, J. (2012). Systematic review: annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. *Research in Sports Medicine*, 20(3-4), 157-179.

Niyonsenga, J. D., & Phillips, J. S. (2013). Factors associated with injuries among first-division Rwandan female soccer players. *African health sciences*, 13(4), 1021-1026.

Park, S. K., Stefanyshyn, D. J., Loitz-Ramage, B., Hart, D. A., & Ronsky, J. L. (2009). Changing hormone levels during the menstrual cycle affect knee laxity and stiffness in healthy female subjects. *The American journal of sports medicine*, 37(3), 588-598.

Pollard, C. D., Braun, B., & Hamill, J. (2006). Influence of gender, estrogen and exercise on anterior knee laxity. *Clinical Biomechanics*, 21(10), 1060-1066.

Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 23(12), 1320-1325.

Rahnama, N., Bambaiechi, E., & Daneshjoo, A. (2009). The epidemiology of knee injuries in Iranian male professional soccer players. *Sport Sciences for Health*, 5(1), 9-14.

Romero-Moraleda, B., Cuéllar, Á., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J., & Paredes, V. (2016). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. [Review risk

factors and prevention programs of the anterior cruciate ligament injury in female football: prevention proposal]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 13(48), 117-138.

Romani, W., Patrie, J., Curl, L. A., & Flaws, J. A. (2003). The correlations between estradiol, estrone, estriol, progesterone, and sex hormone-binding globulin and anterior cruciate ligament stiffness in healthy, active females. *Journal of women's health*, 12(3), 287-298.

Sentsomedi, K. R., & Puckree, T. (2016). Epidemiology of injuries in female high school soccer players. *African health sciences*, 16(1), 298-305.

Strocchi, R., De Pasquale, V., Gubellini, P., Facchini, A., Marcacci, M., Buda, R., ... & Ruggeri, A. (1992). The human anterior cruciate ligament: histological and ultrastructural observations. *Journal of anatomy*, 180(Pt 3), 515.

Volpi, P., Bisciotti, G. N., Chamari, K., Cena, E., Carimati, G., & Bragazzi, N. L. (2016). Risk factors of anterior cruciate ligament injury in football players: a systematic review of the literature. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 6(4), 480.

Waldén, M., Häggglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 19(1), 3-10.

ANEXOS

Tabla 1: Resumen de los principales hallazgos de la búsqueda (fuente: elaboración propia)

Autor	Tipo de artículo	Población o muestra	Resultados
Karageanes et al. (2000)	Ensayo clínico	26 deportistas de entre 15 a 18 años (fútbol, tenis, básquet, gimnasia) con ciclos de entre 26 a 30 días con 4-7 días de duración del sangrado.	Fase Folicular: D=4,98 mm I 4,51mm (promedio). Fase Ovulatoria: D= 5,24mm I=4,43mm promedio Fase lútea: D=5,09mm I=4,62mm promedio. P (<0,05). Diferencias estadísticamente significativas.
Adachi et al. (2008)	Ensayo clínico	18 deportistas con lesiones de LCA sin contacto, ciclos hormonales regulares, no uso de AC orales, sin historial de embarazo previo, sin lesiones anteriores de rodilla previas.	F1 (folicular) 2 lesiones LCA (11%). F2 (ovulatoria) 13 lesiones LCA (72%). F3 (lútea) 3 lesiones (17%). Se encontró una asociación significativa entre la fase del ciclo menstrual y la lesión del LCA.
Abt et al. (2007)	Ensayo clínico	10 mujeres de entre 21,4 - 1,4 años. Altura 1,67-0,06m y peso 59,9 kg +- 7,4 kg, sin uso de anticonceptivos orales (ACO)	No existen diferencias significativas en los niveles hormonales que se detecte cambios en la estabilidad, fuerza, coordinación y biomecánica de la rodilla

Eiling et al. (2007)	Ensayo clínico	11 jugadoras de Netball de entre 16 y 18 años, sin uso de ACO, y con ciclos menstruales regulares.	<p>La rigidez musculo-tendinosa (musculotendinous stiffness =MTS) disminuye post calentamiento. MTS disminuye significativamente en fase ovulatoria con respecto a fase folicular y lútea.</p> <p>No demuestran un efecto estadísticamente significativo del ciclo menstrual en la laxitud anterior de la rodilla.</p>
Belenger et al., 2004	Ensayo clínico	18 mujeres universitarias deportistas. Sin antecedentes lesivos anteriores de rodilla ni tomas de ACO, con una duración normalizada del ciclo menstrual.	<p>No hay datos significativamente estadísticos que demuestran que la laxitud es mayor durante las diferentes fases del ciclo menstrual.</p> <p>Si hay diferencias ($p>0,05$) entre pierna derecha y pierna izquierda, sin diferencia significativa en fases menstruales.</p>
Hertel et al., 2006	Ensayo clínico	14 universitarias jugadoras de fútbol de $19,3 \pm 1,3$ años, altura = $163,6 \pm 8,5$ cm, masa = $59,4 \pm 6,8$ kg, con ciclos menstruales dentro de la normalidad (28 a 35 días), sin ingesta de ACO y sin registro de lesiones anteriores de rodilla.	<p>Los análisis indicaron que los niveles de hormona E3G y PdG fueron significativamente diferentes en las tres fases del ciclo, pero no hubo diferencias significativas en las medidas de fuerza, propiocepción articular, control postural o laxitud.</p>

Park (2009)	Ensayo clínico	<p>26 mujeres jóvenes con edad, $22,7 \pm 3,3$ años; altura, $170,1 \pm 7,1$ cm; masa, $65,0 \pm 9,3$ kg; índice de masa corporal (IMC), $22,4 \pm 2,5$. Atletas de deportes con mecánicas de <i>COD</i>, <i>Landing</i> y <i>Turn</i>. Ciclo menstrual promedio 28 ± 3 días.</p> <p>Sin lesiones anteriores de rodilla ni toma de ACO.</p>	<p>Los niveles hormonales están relacionados con una mayor laxitud de la rodilla durante la ovulación, sin embargo, se encuentra una influencia antagónica del estradiol y la progesterona en la laxitud y rigidez de la rodilla durante la fase lútea.</p>
Carcia et al. (2004)	Ensayo clínico	<p>20 deportistas sin lesiones anteriores de rodilla con $20,9 \pm 1,6$ años); altura, $1,6 \pm 0,07$ m; masa, $59,6 \pm 7,4$ kg). Ciclos menstruales normales de entre 28 y 32 días, no registro de embarazo previo, sin ingesta de ACO ni enfermedades que afecten directamente al tejido blando.</p>	<p>Ni el desplazamiento ni las medidas de rigidez se vieron afectadas por el día del ciclo menstrual. No se observaron relaciones consistentes entre las concentraciones hormonales y el desplazamiento o la rigidez.</p>
Beynnon et al. (2005)	Ensayo clínico	<p>17 hombres y 17 mujeres que practican deportes de equipo, contacto y oposición (rugby, fútbol, baloncesto).</p>	<p>Las mujeres son más laxas que los hombres, sin embargo, fluctuaciones cíclicas de estradiol y progesterona que ocurren durante el ciclo menstrual no producen cambios en la laxitud articular.</p>

Romani et al. (2003)	Ensayo clínico	20 mujeres activas (edad media 5 +- 25,9 años 6+- 5,1; altura media 166,2 cm 6+- 8,4; peso medio 71,3 kg 6 25,9). Sin toma de ACO ni lesiones anteriores de rodilla.	Los resultados muestran una correlación significativa entre la concentración de estradiol y la rigidez del LCA (20,70, $p < 0,001$) y la concentración de estrona y la laxitud del LCA en fases pre-ovulatorias.
Pollard et al. (2006)	Ensayo clínico	12 mujeres y 12 hombres sin antecedentes de lesiones en las extremidades inferiores	Las mujeres presentan una laxitud mayor que los hombres, independientemente de la fase del ciclo menstrual y del momento de medición (pre o post entrenamiento). Las modificaciones de estrógeno no tienen correlación con la laxitud anterior de rodilla