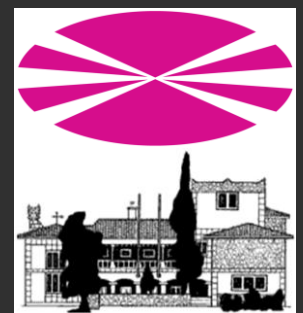


LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN JUGADORAS JÓVENES DE BALONCESTO



Revisión bibliográfica no sistemática

Nombre: Marta González Poncet

DNI: 54126747-L

Correo: marta.gponcet@udc.es

Institución académica: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y
del Deporte

Tutor: Manuel A. Giráldez García; Rafael Arriaza Loureda

Fecha: Julio de 2012

Contenido	
1. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS	2
1.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	19
2. INTRODUCCIÓN	21
3. METODOLOGÍA	23
4. RESULTADOS	24
4.1. RECUERDO ANATÓMICO DE LA RODILLA	24
4.1.1. SUPERFICIES ARTICULARES Y ANEXOS	24
4.1.2. MEDIOS DE UNIÓN	25
4.1.3. MOVIMIENTOS	28
4.2. BIOLOGÍA Y PROCESOS DE CURACIÓN	29
4.2.1. COMPOSICIÓN DE LIGAMENTOS Y TENDONES	29
4.2.2. PROCESO DE CURACIÓN DE LOS LIGAMENTOS	29
4.2.3. PROCESO DE CURACIÓN DE LOS TENDONES	30
4.3. LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	31
4.3.1. CONCEPTO	31
4.3.2. TIPOS DE LESIÓN	31
4.3.3. COMPLICACIONES	32
4.3.4. INCIDENCIA Y PREVALENCIA	33
4.3.5. FACTORES DE RIESGO	35
4.3.6. MECANISMO LESIONAL	43
4.3.7. DIAGNÓSTICO	44
4.3.8. PREVENCIÓN	48
4.3.9. TRATAMIENTO	54
5. DISCUSIÓN	63
6. CONCLUSIONES	75
7. BIBLIOGRAFÍA	77

1. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS

Antes de comenzar con la presentación de esta revisión bibliográfica sobre la lesión del ligamento cruzado anterior en jugadoras de baloncesto, voy a realizar un análisis de las competencias utilizadas para su elaboración. Al mismo tiempo, también identificaré el grado de alcance o desarrollo de las mismas.

Con este proceso se pretende reflexionar sobre lo aprendido durante estos cuatro años cursando el Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, tanto a través de la formación académica en su ámbito más formal, como a través de cursos o actividades laborales dentro y fuera del contexto universitario.

Competencias utilizadas para la elaboración del TFG y su nivel de adquisición					
Utilizada		No utilizada			
Nivel alto		Nivel medio			
Nivel bajo		Nulo			
Código	Nivel	Código	Nivel	Código	Nivel
A. ESPECÍFICAS		B- TRANSVERSALES		C- NUCLEARES	
A1		B1		C1	
A2		B2		C2	
A3		B3		C3	
A4		B4		C4	
A5		B5		C5	
A6		B6		C6	
A7		B7		C7	

A8		B8		C8	
A9		B9		TOTAL	6
A10		B10			
A11		B11			
A12		B12			
A13		B13			
A14		B14			
A15		B15			
A16		B16			
A17		B17			
A18		B18			
A19		B19			
A20		B20			
A21		TOTAL	13		
A22					
A23					
A24					
A25					
A26					
A27					
A28					
A29					
A30					
A31					
A32					
A33					
A34					
A35					
A36					
A37					
TOTAL	8				

A14	Diseñar, planificar, evaluar técnico-científicamente y desarrollar programas de ejercicios orientados a la prevención, la reeducación, la recuperación y readaptación funcional en los diferentes ámbitos de intervención: educativo, deportivo y de calidad de vida, considerando, cuando fuese necesario las diferencias por edad, género, o discapacidad.
<p>A través de la realización de esta revisión bibliográfica he tenido que evaluar técnico-científicamente diversos protocolos de recuperación y readaptaciones de lesiones en el ámbito deportivo, teniendo en cuenta diferencias de género y edad. Para ello, ha habido ciertas asignaturas cursadas en estos cuatro años, que me han ayudado y facilitado la adquisición de esta competencia. Entre ellas destacan:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>Actividade Física Saludable e Calidade de Vida II</i>. Principalmente el tema de lesiones deportivas.- <i>Prescrição de Exercício</i>. En esta asignatura, cursada en la Faculdade de Motricidade Humana (Lisboa), hemos tenido que analizar otros protocolos. Tener esa dinámica me ha ayudado a identificar cuales son los elementos más importantes de diferenciar para elaborar una comparación.- <i>Actividade Física no Jovem</i>. Al igual que la anterior, esta me ha ayudado a realizar la comparación, pero más específicamente en las diferencias de edad.- <i>Prácticum</i>. Durante el prácticum he tenido que desarrollar esta competencia continuamente, ya que tenía que estar preparada para la comprensión de cada una de las lesiones y los protocolos más efectivos. <p>Por otro lado, también he podido adquirir esta competencia a través de la asistencia al seminario sobre la Prevención del Ligamento Cruzado Anterior (LCA), impartido por el profesor Rafael Arriaza y la doctoranda Olalla García.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO

A23	Evaluar técnica y científicamente la condición física y prescribir ejercicios físicos en los ámbitos de la salud, el deporte escolar, la recreación y el rendimiento deportivo, considerando las diferencias biológicas por edad y género.
<p>En el trabajo fin de grado he tenido que observar y evaluar la prescripción de ejercicio físico en el ámbito de la salud/rendimiento deportivo (lesiones deportivas) considerando diferencias biológicas. Más concretamente, me he centrado en las diferencias entre hombres y mujeres.</p> <p>De esta forma, aunque no he sido yo quien ha hecho la prescripción, he tenido que analizar y evaluar los distintos protocolos existentes.</p> <p>Por la gran relación existente entre esta competencia y la anterior (A22), las asignaturas y cursos que me han ayudado a desarrollarla han sido las mismas.</p> <p>He de añadir que durante la carrera no se desarrolla suficientemente esta competencia, de hecho, si no fuera por la realización del prácticum en este ámbito, nunca habría conseguido un grado tan alto de consecución de la misma. Teniendo en cuenta que no podemos realizarlo en todos los ámbitos, considero que se trata de una carencia importante de nuestro Plan de Estudios.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO

A27	Aplicar los principios cinesiológicos, fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales en los contextos educativo, recreativo, de la actividad física y salud y del entrenamiento deportivo, reconociendo las diferencias biológicas entre hombres y mujeres y la influencia de la cultura de género en los hábitos de vida de los participantes.
<p>He tenido que aplicar esta competencia al realizar la descripción anatómica y fisiológica de la articulación de la rodilla, y concretamente del ligamento cruzado anterior (LCA). Además, he elaborado un análisis biomecánico de los movimientos de la rodilla y del mecanismo lesional del LCA. Esto me ha llevado a reconocer las diferencias entre hombres y mujeres, tanto en la estructura de la articulación, como factores hormonales, posturales y culturales, sobre todo sobre la práctica deportiva.</p> <p>Si alguna asignatura me servido para el desarrollo de esta competencia han sido, principalmente, <i>Anatomía y Cinesiólogía del Movimiento Humano</i> y <i>Fundamentos Biológicos y Mecánicos de la Actividad Física</i>. En estas dos asignaturas, en aquel entonces de primero de licenciatura, aprendí algo mucho más</p>	

importante que saber donde se inserta un músculo o por qué las mujeres tienen una mayor Frecuencia Cardíaca. Aprendí a aprender, a comprender que eso que vemos en los libros es real, que somos palancas y que todo tiene lógica. Aprendí a cuestionármelo todo y buscarle sentido a algo que, en un primer momento, parece totalmente memorístico. Esto me ha acompañado durante estos cuatro años, de forma que, aunque me olvidara de conceptos, siempre he sabido como buscarlos y entenderlos correctamente y de forma autónoma.

Por otro lado, y viéndolo ahora desde una perspectiva más amplia, lamento no haber podido sacarle tanto rendimiento a una asignatura tan importante como *Biomecánica*. Esta carencia he tenido que suplirla yo sola de la mejor forma que he podido, pero siendo consciente de que si hubiera aprovechado las clases correctamente mi conocimiento en este ámbito sería muchísimo mayor.

Por último, mediante la realización del prácticum he tenido la oportunidad de desarrollar esta competencia en cada caso que se me planteaba: tipo de lesión, en qué zona, jugador o jugadora, tipo de mecanismo lesional, etc.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

MEDIO

A28

Realizar e interpretar pruebas de valoración funcional en los ámbitos de la actividad física saludables y del rendimiento deportivo.

En este trabajo más que realizar, he tenido que interpretar. No considero que mi grado de adquisición de esta competencia sea suficiente. Sólo he tenido durante la carrera una asignatura en la que se tratara este tema y ha sido en Lisboa: *Avaliação da Aptidão Física e do Bem Estar*.

Durante la realización del Prácticum he tenido que suplir esta carencia mediante la ayuda de mi tutor, supervisor y la fisioterapeuta que trabajaba conmigo.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

BAJO

A33

Seleccionar y saber utilizar el material y equipamiento deportivo adecuado para cada tipo de actividad físico-deportiva en el contexto educativo, deportivo, recreativo y de la actividad física y salud.

En este caso sólo en el contexto de la salud. A pesar de existir diversos tipos de equipamientos, tras el estudio que realizo identifico y selecciono aquellos que dan mejores resultados para la consecución de un determinado objetivo.

La importancia de una buena selección y utilización del equipamiento se nos es transmitida en todas las asignaturas en las que se utiliza algún tipo de material. Además, destacan entre ellas *Actividad Física saludable y Calidad de Vida II* y el *Prácticum*, por su especificidad con el tema que desarrollo en este Trabajo Fin de Grado. A través de ellas me he enfrentado a la planificación y puesta en práctica de diferentes ejercicios para distintos tipos de población y lesiones.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

A35

Conocer y saber aplicar el método científico en los diferentes ámbitos de la actividad física y el deporte, así como saber diseñar y ejecutar las técnicas de investigación precisas, y la elección y aplicación de los estadísticos adecuados.

Debido a que este trabajo se trata de una revisión bibliográfica, la utilización de esta competencia es de vital importancia.

Durante estos cuatro años he tenido la oportunidad de desarrollarla en gran parte de las asignaturas cursadas: *Fundamentos Biológicos y Mecánicos de la Actividad Física*, *Control Motor*, *Psicología*, *Nutrição*, *Obesidade e Controlo do Peso*, *Prescrição do Exercício*, *Necessidades Educativas Especiais*, *Fisiología I*, *Pedagogía do Treino Desportivo*, *Metodología do Treino Desportivo*, *Actividad Física saludable y Calidad de Vida II* y *Prácticum*. Sin embargo, de todas estas ha habido algunas que me han ayudado a desarrollarla más que otras:

- *Fundamentos Biológicos y Mecánicos de la Actividad Física*. En ella, gracias a las exigencias del profesor Manuel Giráldez, comencé a desarrollar esta competencia. Recuerdo lo difícil que se hacía la búsqueda de material adecuado y la elaboración de la bibliografía.

- *Control Motor*. Al haber tenido que adaptarme al grado, tuve que cursar esta asignatura a pesar de haber superado su convalidación (Educación Física de Base). Para mí fue una experiencia muy enriquecedora, ya que se nos planteó realizar una revisión bibliográfica sobre un tema

concreto. Esto hizo que nos tuviéramos que enfrentar a problemas con las bases de datos y con textos, en principio imposibles ya que eran en lengua extranjera, pero que poco a poco fueron volviéndose asequibles. Además, se nos exigió rigor a la hora de buscar los artículos y elaborar los resultados y bibliografía.

- *Actividad Física saludable y Calidad de Vida II*. Al igual que en Control Motor, también en esta asignatura he tenido que realizar una revisión bibliográfica.

- *Prácticum*. Por la exigencia de realizar un diseño de investigación.

A pesar de sentirme bastante competente a la hora de realizar una revisión bibliográfica, no siento lo mismo cuando me tengo que enfrentar a otro tipo de investigación. No he podido cursar *Metodología de investigación en actividad física y deporte* y soy consciente de mis carencias en este ámbito.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

MEDIO

A36

Conocer y saber aplicar las nuevas tecnologías de la información y la imagen, tanto en las ciencias de la actividad física y del deporte, como en el ejercicio profesional.

Tanto para recoger la información, como para tratarla y presentarla, he tenido que hacer uso de las tecnologías de la información en imagen.

A pesar de que en muchas de las asignaturas he tenido que enfrentarme a ello (realización de PowerPoints, uso de Excell, ect.), debo destacar las siguientes:

- *Tecnología en actividad física y deporte*. En ella trabajamos como temas específicos el almacenamiento de la información y la realización de videos.

- *Control motor, Psicología y Creación e dirección de empresas deportivas*. En ellas he tenido que presentar la información en formato PowerPoint y se me ha sido evaluado.

- *Fisiología I*. He tenido la suerte de realizar esta asignatura en un grupo diferente a los demás. Éramos de los pocos que habían aprobado *Fundamentos Biológicos y Mecánicos de la Actividad Física* y el resto de asignaturas de ese año, por lo que pudimos convalidar el curso entero, y para no repetir el contenido ya superado, se nos amplió. Tuvimos que aprender a utilizar el Microsoft Excel e insertar en él datos, gráficas, fórmulas, etc.

Además, tras la realización de un curso de especialización en Dirección de Centros Deportivos, también he tenido que utilizar el programa Power Point y tratamiento de vídeo.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

B1

Conocer y poseer la metodología y estrategia necesaria para el aprendizaje en las ciencias de la actividad física y del deporte.

B2

Resolver problemas de forma eficaz y eficiente en el ámbito de las ciencias de la actividad física y del deporte.

Sin la utilización de estas dos competencias difícilmente habría conseguido adquirir los objetivos que se proponen con este Trabajo Fin de Grado, no sólo por las dificultades con las que me encontraría a la hora de enfrentarme a la búsqueda de bibliografía, si no también con el manejo e integración de la información.

En realidad, y al contrario de otras competencias, estas las empecé a desarrollar al llegar a la universidad, ya que anteriormente no había tenido contacto con este ámbito propiamente dicho. Nuestro profesor de educación física tenía una ideología muy de “laissez faire” y no desarrollamos ningún contenido teórico de ciencias de la actividad física y deporte. Tan sólo jugábamos.

Realmente no podría decir ni una sola asignatura que no me haya permitido desarrollar estas competencias. Evidentemente en todas de una forma distinta y en un grado distinto. Por ejemplo, en asignaturas en las que encontrabas más apoyo e interés por parte del profesor, en las que podías preguntar o asistir a las tutorías que considerabas oportuno, la conseguí desarrollar más. Mediante el trabajo autónomo ibas llegando a conclusiones e ideas, que más tarde podía consultar con una persona experta. Esto se hizo muy importante sobre todo en las asignaturas de primer curso, ya que, como dije anteriormente, aún no me había tenido que enfrentar al desarrollo de esta competencia. Sin embargo, el caso contrario también me ayudó a “sacarme las castañas del fuego” por mí misma y encontrar mi propio método de estudio. Quizás de forma más lenta y trabajosa, pero con resultados satisfactorios.

Evidentemente esto ha sido un proceso, ya que al mismo tiempo que cambiaba yo (madurez, conocimiento, experiencia) también lo hizo mi método (flexible, ordenado, constante) y mi manera de enfrentarme a los problemas a que me voy encontrando.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

B3

Trabajar en los diferentes contextos de la actividad física y el deporte, de forma autónoma y con iniciativa, aplicando el pensamiento crítico, lógico y creativo.

A esta competencia se nos hace llegar a través de múltiples trabajos y ejercicios llevados a cabo en la práctica en los cuales se nos plantean situaciones o problemas para los cuales nosotros debemos de responder de forma adecuada según el contexto de la propia situación.

En este TFG, he tenido que utilizar la competencia, ya que tras detectar un problema en las prácticas realizadas (lesiones en LCA en jugadoras de baloncesto) he tenido que utilizar el pensamiento crítico, lógico y creativo para darle solución.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

B7

Gestionar la información.

He tenido que aplicar esta competencia durante todo el desarrollo de TFG. Al tratarse de una revisión bibliográfica, se hizo necesario la recopilación, selección, síntesis e integración de la información encontrada.

De no haber desarrollado esta competencia a lo largo de la carrera me hubiese sido imposible elaborar este trabajo con éxito.

Para ello, ha habido varias asignaturas representativas:

- *Control motor*. En esta asignatura de segundo curso tuvimos que hacer una revisión bibliográfica sobre un tema determinado. Al principio fue muy complicado, porque no tenía soltura ni en la búsqueda ni en la gestión de toda esa información. Poco a poco, y con el apoyo del profesor Miguel del Olmo, con quien realizábamos tutorías individuales, fui cogiendo destrezas que me facilitaron el desarrollo y adquisición de esta competencia.

- *Fundamentos Biológicos, Fisiología I y Anatomía*. Debido a la amplitud del temario y la complejidad del mismo, tuve que encontrar formas de gestionar la materia con el fin de facilitar su estudio.

- *Prácticum*. Cada caso en mis prácticas suponía una nueva recopilación de información, sobre la lesión, los protocolos existentes, la intervención con grupos de población de esa edad, etc. Para ello, aprendí a utilizar un programa de gestión de artículos, el *Medeley*, que no sólo me facilitó ordenar y crear citas bibliográficas sino también el tener agrupados los artículos en carpetas.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO
---	-------------

B9

Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y el deporte en lengua inglesa y en otras lenguas de presencia significativa en el ámbito científico.

Como la gran mayoría de los textos revisados están escritos en inglés, el dominio de esta lengua se vuelve necesario.

Conociendo la importancia del desarrollo de esta competencia he realizado varios cursos de inglés, uno de preparación para el FIRST Certificate Exam y otro en la Escuela de Lenguas, nivel B2.

Además durante mi estancia como estudiante Erasmus en Portugal me he tenido que enfrentar a conversaciones en lengua inglesa con amigos en mi misma condición de Erasmus. También allí, he tenido que asistir a alguna clase en inglés o en la que ponían vídeos en ese idioma.

Por otro lado, para cualquier lectura de textos científicos lo he necesitado. Todos los trabajos y revisiones que he realizado, por lo tanto, me han servido para desarrollar esta competencia en la comprensión escrita. Destacan las siguientes asignaturas:

- *Control motor*
- *Fundamentos biológicos*
- *Nutrição, Obesidade e Controlo do peso*
- *Fisiología I*
- *Prescrição do exercício*
- *Salud II*
- *Aptidão Física no Jovem*

Considero que el grado de consecución de esta competencia no es suficientemente alto. Echando la vista atrás, creo que el error fue no haber asistido desde primer curso a clases de inglés, bien las organizadas por la UDC, u otras.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	MEDIO
---	--------------

B10	Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) al ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
<p>Como ya he descrito en la competencia A36, la importancia de la adquisición de este tipo de competencias en la sociedad actual muy importante para el desarrollo de cualquier tipo de actividad profesional. Lo mismo ocurre con la realización de esta revisión bibliográfica.</p> <p>He adquirido esta competencia a lo largo de estos cuatro años, ya que cuando empecé los estudios universitarios no sabía utilizar programas básicos como el Power Point, o montar un video, y a duras penas me manejaba con el Microsoft Word.</p> <p>Hoy en día, no sólo manejo con facilidad estas acciones sino que también he aprendido a usar y crear bases de datos como el FileMaker y a valerme de programas como el Mendeley o Refworks para facilitarme la realización de citas y referencias bibliográficas.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO

B11	Desarrollar competencias para la adaptación a nuevas situaciones y resolución de problemas, y para el aprendizaje autónomo.
<p>Esta competencia la he podido adquirir a través aquellas asignaturas en las que se nos exigía crear a partir de la teoría: crear sesiones, ejercicios, unidades didácticas, reflexiones, críticas, trabajos, vídeos, etc. No ceñirse tan sólo a aquello que pone en un folio.</p> <p>La importancia de esta competencia reside en que en el mundo profesional nunca sabes con lo que te vas a encontrar, cada clase o grupo puede ser totalmente distinto al otro y, por supuesto, nosotros deberemos de estar totalmente capacitados para adaptarnos a cualquier situación.</p> <p>Lo que más me ayudó a desarrollar esta competencia fue el <i>Prácticum</i>.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO

B13	Conocer y aplicar metodologías de investigación que faciliten el análisis, la reflexión y cambio de su práctica profesional, posibilitando su formación permanente.
<p>Bajo mi punto de vista, esta competencia es fundamental ya que hace referencia a la necesidad de la formación permanente en el ámbito profesional y de investigar para cubrir nuevas necesidades en un mundo que no para de cambiar.</p> <p>Esta competencia se desarrolla transversalmente en muchas asignaturas, pero hay dos en las que se desarrolla como una de las más importantes, que han sido para mí el <i>Prácticum</i> y <i>Trabajo de fin de Grado</i>.</p> <p>También he tratado este tema en cursos de formación permanente a los que he asistido, como al de <i>Gestión de Centros Deportivos</i>.</p> <p>Por último añadir que, debido a mi decisión de realizar un año de Erasmus, no he podido tener una asignatura de Investigación propiamente dicha. Por lo que noto las carencias en este aspecto.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	MEDIO

B16	Dominar habilidades de comunicación verbal y no verbal necesarias en el contexto de la actividad física y el deporte.
<p>La relevancia de esta competencia nace de la calidad que tengamos en un futuro profesional a la hora de transmitir nuestros mensajes y conocimientos a nuestros alumnos, pacientes, jugadores o usuarios, ya que un buen conocimiento no sirve de nada si la persona que lo posee no tiene la capacidad de transmitirlo a otras personas.</p> <p>Considero que esta competencia ha sido desarrollada principalmente en aquellas asignaturas en las que se nos hizo exponer trabajos, así como en aquellas en las que tuvimos que impartir sesiones prácticas. Estasson:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>Fundamentos da Expressão e Comunicação</i>, donde también nos centramos en desarrollar la expresión no verbal.- Las realizadas durante todo mi año Erasmus, ya que tenía que defender todas las notas de mis exámenes mediante una prueba oral.	

- Curso de Especialización en Gestión de Centros Deportivos.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

B18

Comprometerse e involucrarse socialmente con su profesión y en concreto, con la situación actual de la actividad física y el deporte en la educación formal; con la gestión del centro educativo; con sus compañeros (trabajo cooperativo) y con aquellos a los que educa.

El hecho de intentar mejorar cualitativamente un aspecto de la profesión que desarrollamos, en este caso, buscar el mejor método para prevenir lesiones en el deporte, implica compromiso con la profesión.

Esta competencia se desarrolla en todas las asignaturas impartidas por profesores comprometidos con nuestra profesión. Profesores exigentes que intentan estar siempre actualizados para hablarnos de lo último en nuestro ámbito, que premian la excelencia, no la mediocridad, y que siempre están disponibles para dudas o tutorías. He de decir que por desgracia, son pocos y no siempre tienen la fama que se merecen.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

B20

Conocer, reflexionar y adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo a partir de las prácticas externas en alguno de los principales ámbitos de integración laboral, en relación a las competencias adquiridas en el grado que se verán reflejadas en el trabajo fin de grado.

Esta competencia la he desarrollado a través del esfuerzo realizado durante estos cuatro años. Horas de trabajo autónomo, de estudio, de búsqueda de respuestas a mis inquietudes, de conversaciones y discusiones sobre temas relacionados con mis compañeros, etc.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
<p>Por tratarse de un trabajo escrito, se vuelve evidente el uso de esta competencia.</p> <p>Lo que más me ha influido a la hora de adquirirla ha sido mi gusto por la lectura desde niña. Creo que leer es una parte fundamental en nuestra formación y hay que desarrollar este hábito desde la infancia.</p> <p>Sin ir tan lejos, el primer curso de la carrera para mí fue trascendental. Mediante la asignatura de <i>Pedagogía de la Actividad Física y del Deporte</i> se nos exigió expresar sentimientos, ideas y reflexiones. Algo que poco tiene que ver con el “corta y pega” del que veníamos acostumbrados en el colegio. Esta práctica, a la que nos teníamos que enfrentar en la mayoría de sesiones, hizo que poco a poco me resultara más fácil expresarme con claridad.</p> <p>Por otro lado, en cada una de las asignaturas se nos ha exigido expresarnos tanto de forma escrita como oral, a través de trabajos, presentaciones e incluso de preguntas de desarrollo en los exámenes.</p> <p>Quizás note una mayor carencia en la formación recibida en cuanto a la expresión oral. En este ámbito, me considero afortunada por haber realizado un año Erasmus en la Faculdade de Motricidade Humana en Lisboa. Allí tuve que elaborar un gran número de trabajos, todos ellos con su consecuente defensa y exposición oral ante un tribunal de profesores. Eso me dio soltura y confianza a la hora de realizar futuras presentaciones.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTO

C2	Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.
<p>Como la gran mayoría de los textos revisados están escritos en inglés, el dominio de esta lengua se vuelve necesario.</p> <p>Conociendo la importancia del desarrollo de esta competencia he realizado varios cursos de inglés, uno de preparación para el FIRST Certificate Exam y otro en la Escuela de Lenguas, nivel B2.</p>	

Además durante mi estancia como estudiante Erasmus en Portugal me he tenido que enfrentar a conversaciones en lengua inglesa con amigos en mi misma condición de Erasmus. También allí, he tenido que asistir a alguna clase en inglés o en la que ponían vídeos en ese idioma.

Por otro lado, para cualquier lectura de textos científicos lo he necesitado. Todos los trabajos y revisiones que he realizado, por lo tanto, me han servido para desarrollar esta competencia en la comprensión escrita.

Dejando a un lado el inglés como idioma extranjero principal, me considero muy competente tanto en expresión y comprensión de forma oral, como de escrita, en la lengua portuguesa.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

C3

Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.

Tanto para recoger la información, como para tratarla y presentarla, he tenido que hacer uso de las tecnologías de la información en imagen.

A pesar de que en muchas de las asignaturas he tenido que enfrentarme a ello (realización de PowerPoints, uso de Excell, ect.), debo destacar las siguientes:

- Tecnología en actividad física y deporte. En ella trabajamos como temas específicos el almacenamiento de la información y la realización de videos.

- Control motor, Psicología y Creación e dirección de empresas deportivas. En ellas he tenido que presentar la información en formato PowerPoint y se me ha sido evaluado.

- Fisiología I. He tenido la suerte de realizar esta asignatura en un grupo diferente a los demás. Éramos de los pocos que habían aprobado Fundamentos Biológicos y Mecánicos de la Actividad Física y el resto de asignaturas de ese año, por lo que pudimos convalidar el curso entero, y para no repetir el contenido ya superado, se nos amplió. Tuvimos que aprender a utilizar el Microsoft Excel e insertar en él datos, gráficas, fórmulas, etc.

Además, tras la realización de un postgrado en Dirección de Centros Deportivos, también he tenido que utilizar el programa PowerPoint y tratamiento de vídeo.

GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA

ALTO

<h1>C4</h1>	Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común.
<p>Esta competencia se hizo necesaria desde el momento en el que se nos propuso realizar este trabajo. A partir de las prácticas realizadas en el <i>Prácticum</i>, he analizado la realidad en la que me encontraba y he detectado los problemas que existían. A partir de ahí he decidido buscar soluciones a través de la realización de esta búsqueda bibliográfica.</p> <p>A pesar de ser una competencia que se desarrolla transversalmente durante todas las asignaturas de la carrera, he identificado varias en las que se desarrolla de forma principal:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sociología- Pedagogía- Psicología <p>Esta competencia la he desarrollado también a través de la educación no formal, por ejemplo, trabajando como voluntaria en campamentos con personas con discapacidades y asistiendo a cursos sobre deporte y discapacidad.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTA

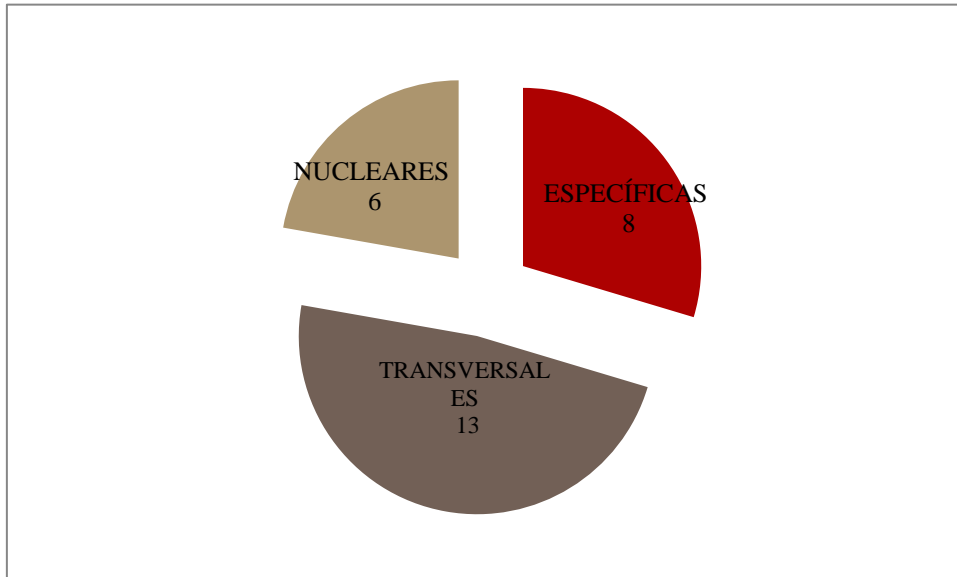
<h1>C6</h1>	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.
<p>Es importante para la realización de este trabajo, plantearse si la información recogida es de calidad y tratar de encontrar aquella que más se ajuste a la realidad y objetivos del mismo.</p> <p>Si ha habido una asignatura representativa, ésta sin duda ha sido <i>Fundamentos Biológicos</i>. Como todos, nos encontramos esta asignatura nada más entrar en la Universidad. Veníamos con la costumbre de hacer los trabajos del colegio a través de páginas web y artículos de divulgación y en cuanto entregamos el primer trabajo, nos enfrentamos con la cruda realidad. En ese momento empecé a valorar críticamente tanto el conocimiento, como la información. Esto se trasladó al resto de asignaturas y a mi vida en general, volviéndome cada vez más autoexigente.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTA

C7	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.
<p>El mundo cambia muy rápido. Constantemente se están produciendo nuevos descubrimientos, por lo que aquello que antes era válido, ahora puede no serlo. Esto hace que sea muy importante continuar leyendo e investigando, revisando los temas que damos por supuesto.</p> <p>No podría identificar una sólo asignatura en la que tratáramos esto, si no que ha sido resultado del conjunto de ellas.</p> <p>A parte de la educación formal, también he podido desarrollar esta competencia mediante la asistencia a seminarios, conferencias y cursos de formación.</p>	
GRADO DE ADQUISIÓN DE LA COMPETENCIA	ALTA

1.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación presentaré los resultados del análisis comparándolos entre el porcentaje de utilización de las mismas y nivel de consecución por competencia:

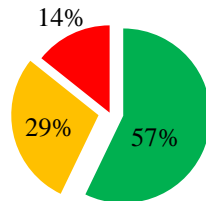
- **COMPETENCIAS UTILIZADAS**



- **NIVEL DE CONSECUCIÓN**

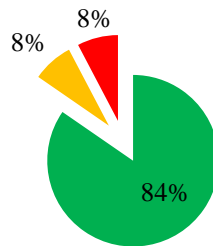
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

■ ALTO ■ MEDIO ■ BAJO



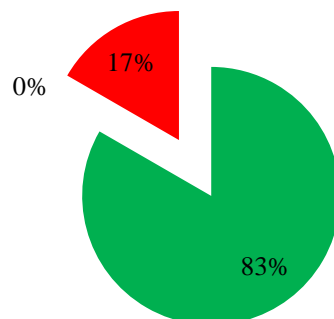
COMPETENCIAS TRANSVERSALES

■ ALTO ■ MEDIO ■ BAJO



COMPETENCIAS NUCLEARES

■ ALTO ■ MEDIO ■ BAJO



2. INTRODUCCIÓN

La participación de la mujer en el deporte, tanto escolar como universitario, ha crecido mucho en las últimas décadas, detectándose un gran aumento en la incidencia de las lesiones de rodilla, sobre todo en deportes como el baloncesto Frontera, Herring, Micheli & Silver (2008), el cual requiere fuerza, potencia y agilidad. Esta actividad expone a la atleta a sufrir lesiones debidas a los saltos, carreras, cortes, pivotes y movimientos explosivos que ocurren durante las aceleraciones y deceleraciones (Shamus & Shamus, 2001).

La incidencia de lesiones en la mujer es consecuencia de su participación en el deporte más que de su sexo, pero hay que tener en cuenta las diferencias anatómicas, funcionales y hormonales que existen entre ambos sexos. La mayoría de investigación en medicina deportiva se ha centrado en hombres, por lo que hay pocos estudios sobre la mujer a largo plazo. Esto nos dificulta la completa comprensión de por qué hay lesiones que se producen en mayor medida en la mujer deportista (Frontera et al., 2008).

Este año he tenido la oportunidad de trabajar en un club de baloncesto como readaptadora física de las categorías base, pudiendo comprobar la gran incidencia de lesiones de rodilla en sus jugadoras. Durante la búsqueda de información sobre las lesiones en esta región anatómica, una de ellas centró mi interés, la del ligamento cruzado anterior (LCA), lo que me ha motivado a hacer el trabajo sobre este tema.



Mi objetivo principal es realizar una revisión bibliográfica no sistemática en la que se estudie todo lo que rodea a esta lesión: factores de riesgo, mecanismo por el que se produce, la anatomía y fisiología del ligamento, protocolos de prevención y tratamiento, etc., para así en un futuro poder tratar esta lesión con éxito.

Según Higgins, Brukner y English (2006), para prevenir y tratar bien una lesión es necesario conocer la respuesta del tejido a la misma, la respuesta adaptativa del tejido a la carga, las cargas a las que es sometido en el deporte o actividad que se lleva a cabo, las causas y los mecanismos lesionales, etc., por lo que también se expondrán a lo largo de este trabajo.

Por todo ello me planteo los siguientes objetivos específicos o secundarios:

- Conocer la anatomía de la rodilla.
- Conocer la biología del ligamento cruzado anterior.
- Conocer el concepto, tipos y prevalencia e incidencia de las lesiones del LCA.
- Conocer sus factores de riesgo y mecanismo lesional.
- Conocer sus complicaciones más comunes.
- Conocer cómo se diagnostica, cómo se previene y como se trata dicha patología.

Otro aspecto importante que debo mencionar es el hecho de siempre que sea posible, se tratará de incidir sobre la realidad de esta lesión en jugadoras de entre 11 y 18 años, es decir, de categoría alevín a junior. Esto es debido a que es el grupo que me interesa estudiar porque será con el que pueda intervenir.

Antes de entrar en el estudio de la rodilla y concretamente de la lesión del LCA, es necesario aclarar lo que se entiende como lesión deportiva. Hay múltiples definiciones de este concepto, en las cuales se siguen distintos criterios, como área del cuerpo afectada, tipo de tejido afectado, gravedad del daño y tiempo perdido para el atleta. Por ejemplo, teniendo en cuenta este último criterio, podríamos definirla como aquella lesión que ocurre cuando un deportista se ve obligado a abandonar un partido o la práctica de un deporte durante un tiempo determinado (Frontera et al., 2008).

3. METODOLOGÍA

Durante los meses de febrero, marzo y abril del año 2012 se llevó a cabo una revisión bibliográfica no sistemática en las principales bases de datos científicas relacionadas con actividad física y deporte y con las ciencias de la salud en general: PubMed, Sportdiscus, Scopus y la Biblioteca Cochrane. Además, se revisaron ciertos libros proporcionados por la Biblioteca de la EUF A Coruña.

Como palabras clave se emplearon las siguientes: “PhysicalTherapyModalities”, “Physiotherapy”, “Anterior CruciateLigament”, “Female”, “Basketball”, “Riskfactors”, “Prevention”. Estas fueron combinadas en las diferentes búsquedas para obtener los resultados.

Para la selección de los artículos se utilizaron dos criterios: que el artículo seleccionado guardase relación con el tema a investigar; y cuando se cumpliese el primer criterio y el número de artículos fuese suficientemente amplio, optar por los que dispusieran de acceso directo a todo su contenido.

Como límites se emplearon: lengua española o inglesa y 5 años, aunque hay algún artículo anterior a esa fecha.

Una vez obtenidos los resultados, se seleccionaron aquellos artículos que más se ajustaban a las necesidades de este trabajo, es decir, la prioridad fueron los relacionados con jugadoras jóvenes de baloncesto y con lesiones del LCA, aunque no siempre fue posible debido a la escasez de información en alguno de los apartados.

4. RESULTADOS

4.1. RECUERDO ANATÓMICO DE LA RODILLA

La rodilla es la mayor articulación sinovial del cuerpo. Consta de la articulación entre fémur y tibia y entre rótula y fémur (Drake, Vogl & Mitchell, 2005).

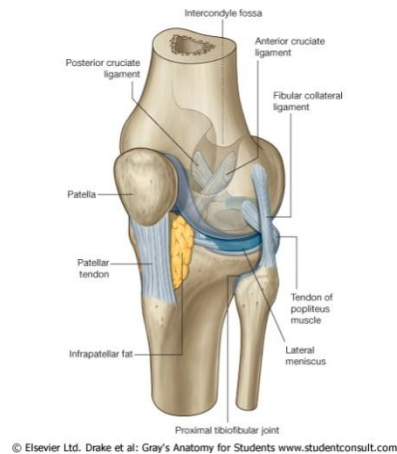


Figura 1. Principales estructuras anatómicas de la rodilla

Según Kapandji (1988), la rodilla suele trabajar comprimida por el peso que soporta y tiene dos funciones que desde el punto de vista mecánico resultan contradictorias. Por un lado, cuando está en extensión completa da estabilidad. En esta posición tiene que soportar grandes presiones debido al peso corporal y a la longitud de los brazos de palanca. Por otro lado, a partir de cierto grado de flexión permite mucha movilidad. Esta movilidad es necesaria tanto para la carrera como para la orientación óptima del pie en relación a las irregularidades del terreno.

La rodilla es susceptible a sufrir esguinces y luxaciones debido al mal acoplamiento de sus estructuras.

4.1.1. SUPERFICIES ARTICULARES Y ANEXOS

ART. FEMORORROTULIANA: Cara posterior de la rótula y un surco en forma de “V” que se encuentra en la superficie anterior de la cabeza distal del fémur, donde se unen los dos cóndilos (Drake et al., 2005).

ART. FEMOROTIBIAL: Cóndilos femorales y cóndilos tibiales. La superficie de los cóndilos femorales que se articulan con la tibia cuando la rodilla está en flexión son curvas o redondeadas; sin embargo, las superficies que se articulan en extensión completa son planas (Drake et al., 2005).

MENISCOS: Son fibrocartílagos que compensan la falta de concordancia de las superficies articulares. Su función es la de ejercer de medio de unión elástico transmisor de las fuerzas de compresión entre fémur y tibia (Kapandji, 1988).

4.1.2. MEDIOS DE UNIÓN (Kapandji, 1988)

CÁPSULA ARTICULAR: Es un manguito fibroso que mantiene la extremidad inferior del fémur y la superior de la tibia en contacto entre sí.

LOS LIGAMENTOS LATERALES: Su función es otorgarle estabilidad a la rodilla, ya que refuerzan la cápsula por sus lados interno y externo, asegurando la estabilidad lateral de esta articulación en extensión. Se tensan en extensión y se distienden en flexión.

LOS LIGAMENTOS CRUZADOS: Los ligamentos cruzados ántero-externo y pósterointerno se encuentran en el centro de la articulación.



Figura 2. Ligamentos cruzados después de una osteotomía sagitalde los cóndilos femorales

• Ligamento cruzado ántero-externo (LCAE): va desde la tibia, siguiendo un trayecto oblicuo hacia arriba, atrás y hacia fuera hasta el fémur. Es el más anterior en la tibia y el más externo en el fémur. Se compone de tres fascículos:

- Anterointerno: el más largo y el que más resiste las roturas parciales.
- Posteroexterno: enmascarado por el anterior, el más expuesto a las roturas.
- Intermedio.

En conjunto, se encuentra torsionado sobre sí mismo, ya que sus fibras más anteriores sobre la tibia presentan las inserciones más bajas y más anteriores sobre el fémur, y sus fibras más posteriores sobre la tibia no muestran la misma longitud.

CARACTERÍSTICAS DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (Figura 3)	
LONGITUD	25-30 mm
GROSOR	10-11 mm
FASCÍCULOS	Anterointerno, posteroexterno, intermedio (Figura 4)
INSERCIÓN TIBIAL	Plano transversal
INSERCIÓN FEMORAL	Plano sagital
VASCULARIZACIÓN	Rama de la arteria genicular inferior y bolsa de Hoffa
RECEPTORES	Mecanorreceptores
FUERZA DE TRACCIÓN HASTA ROTURA	1725/2690 N
RIGIDEZ	180 N
FUNCIÓN	Resistir desplazamiento anterior y rotación interna de la tibia y generar información propioceptiva. El LCA proporciona el 86% del soporte necesario para impedir el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur en los momentos de carga (Grodski, 2008).
SINERGISTAS ACTIVOS	Músculos isquiotibiales
SINERGISTA PASIVO	Ligamento lateral interno

Tabla 1. Características biomecánicas del LCA (Sampietro, 2007)

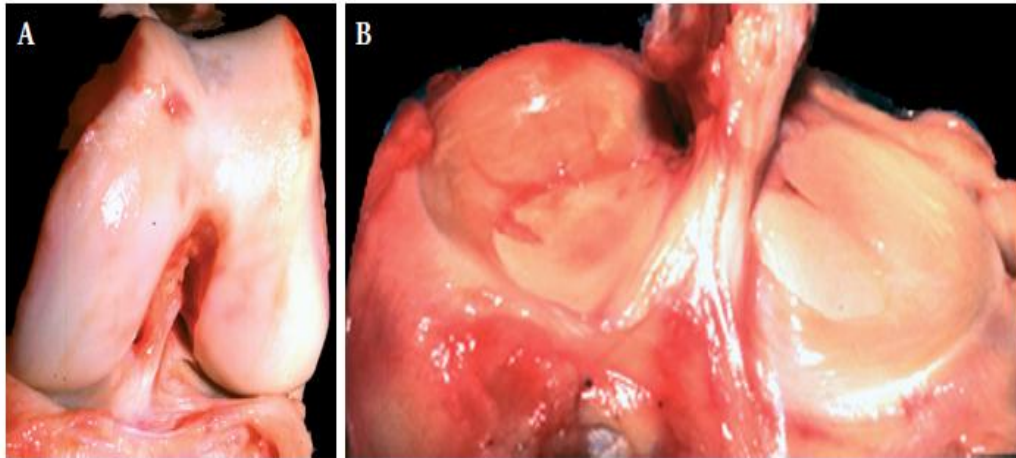


Figura 3. Rodilla humana mostrando a) el LCA y b) la inserción tibial del LCA

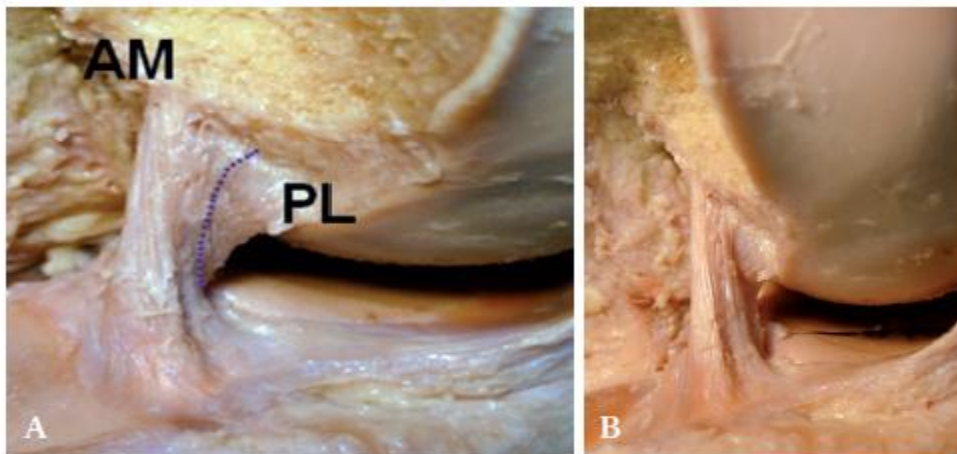


Figura 4. LCA y la inserción de los llamados fascículos AM y PL.

- Ligamento cruzado póstero-interno (LCPI): se encuentra detrás del LCAE, va desde la tibia, con una trayectoria oblicua hacia delante, hacia dentro y hacia arriba hasta llegar al fémur. Es el más posterior en la tibia y el más interno en el fémur. Se compone de cuatro fascículos:
 - Posteroexterno
 - Anterointerno
 - Anterior de Humphrey: inconstante
 - Meniscefemoral de Wrisberg

Los ligamentos cruzados se cruzan en un plano sagital y frontal. Sin embargo, en el plano horizontal son paralelos. Además, estos ligamentos están cruzados con el ligamento lateral del lado homólogo. Contactan uno con el otro por su borde axial, y están recubiertos por la sinovial,

por lo que están relacionados con la cápsula, pudiendo llegar a decir que son engrosamientos de la misma.

Las fibras no tienen la misma longitud, por lo que no se solicitan en el mismo momento. Se organizan siguiendo planos “torsionados” debido a que las líneas de inserción no son paralelas entre ellas.

Los ligamentos cruzados aseguran la estabilidad anteroposterior de la rodilla y permiten los movimientos de charnela, manteniendo en contacto las superficies articulares.

Hay que tener en cuenta que los cruzados permanecen siempre tensos en algunas de sus fibras debido a su desigual longitud.

4.1.3. MOVIMIENTOS (Quatman, Quatman-Yates & Hewett, 2010); (Kapandji, 1988)

Tal y como podemos observar en la Figura 5, encontramos los siguientes ejes de movimiento:

- En el eje transversal (XX') y en un plano sagital se realiza la flexo-extensión.
- En el eje longitudinal (YY') se realizan las rotaciones.
- En el eje (ZZ'), el cual se sitúa anteroposterior y perpendicular a los otros dos, permite ligeros movimientos de lateralidad en la pierna solo cuando la rodilla está flexionada.

La mayoría de estos movimientos, excepto la flexión y la extensión, están muy limitados.

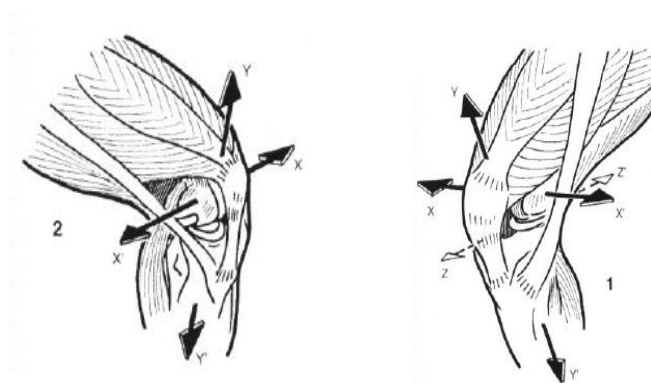


Figura 5. Ejes de movimiento de la rodilla

4.2. BIOLOGÍA Y PROCESOS DE CURACIÓN

4.2.1. COMPOSICIÓN DE LIGAMENTOS Y TENDONES (Claes, Verdonk, Forsyth & Bellemans, 2011)

Ambas estructuras están formadas por tejido conectivo denso, compuesto principalmente por colágeno tipos I y III, proteoglicanos y células. Sin embargo, difieren en cuanto a las cantidades en las que aparecen esos elementos, lo cual determinará sus características y funciones, aunque también se encontraron diferencias entre diferentes tendones y ligamentos.

Los ligamentos son más activos metabólicamente, poseen células con núcleos redondeados y con más ADN, menor proporción de colágeno y con predominio del tipo III.

4.2.2. PROCESO DE CURACIÓN DE LOS LIGAMENTOS

Con la intención de comprender la curación de un ligamento cruzado se ha estudiado la vascularización de los mismos (Alm & Strömberg, 1974). En un modelo canino, Kobayashi et al. (2006) vieron que el LCA está rodeado por la sinovial con abundantes vasos. Las ramas penetran en el ligamento y forman una red vascular en el interior del ligamento. Con el microscopio electrónico observaron que el espacio perivascular alrededor de los vasos intrínsecos comunican a través de las fibras ligamentosas y la membrana sinovial. Las arterias de los ligamentos cruzados proceden de la arteria genicular media que envía cuatro ramas al LCP y una sola al LCA. En la inserción de los ligamentos, los vasos se anastomosan con la red vascular subcortical del fémur y de la tibia, anastomosis muy pequeñas para reparar un ligamento roto. Por esta razón no es habitual que en una ruptura parcial o total del LCA éste consiga repararse sin ayuda de la cirugía (Tagesson, Oberg & Good, 2008).

A continuación se presenta una tabla (Tabla 2) en la que se resume el proceso de curación de los ligamentos en general:

PROCESO DE CURACIÓN DE LOS LIGAMENTOS	
INMEDIATAMENTE A LA LESIÓN	Llegada a la zona de eritrocitos, leucocitos y linfocitos
24 HORAS	Eliminación de residuos del área lesionada por macrófagos y monocitos
72 HORAS	Reducción del flujo sanguíneo en los tejidos dañados
6 SEMANAS	Formación de nuevos capilares. Formación de coágulo de fibrina por fibroblastos. Fibras de colágeno con una distribución aleatoria
6 SEMANAS-1 AÑO	Reemplazo de colágeno tipo I por colágeno tipo III. Aumento de tamaño de fibrillas y se empiezan a juntar en haces. Descenso del número de fibroblastos.
1 AÑO	Fuerza prácticamente normal (siempre que no se haya producido una nueva lesión)

Tabla 2. Proceso de curación de los ligamentos según (Manske, 2006)

4.2.3. PROCESO DE CURACIÓN DE LOS TENDONES (Manske, 2006)

Este apartado se expone debido a que en la cirugía del LCA se emplean tendones para realizar las reconstrucciones.

PROCESO DE CURACIÓN DE LOS TENDONES	
INMEDIATAMENTE A LA LESIÓN	Comienzo de la fase de inflamación: formación de un coágulo
4 DÍAS	Comienzo de la reparación con infiltración de fibroblastos y células fagocíticas
7-8 DÍAS	Síntesis de colágeno el cual alcanza su máximo en aproximadamente 4 semanas
16 DÍAS	Fibroplasia completada, las células y fibras de colágeno orientadas perpendicularmente a lo largo del eje del tendón
2 MESES	Remodelación, el colágeno se alinea a lo largo del eje longitudinal del tendón
4 MESES	Los fibroblastos se convierten en tenocitos. El colágeno tipo II es remplazado por tipo I
1 AÑO	Remodelación: puede continuar después del año, en ese tiempo la fuerza está al 85-95% de la normal.

Tabla 3. Proceso de curación de los tendones según (Manske, 2006)

4.3. LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

4.3.1. CONCEPTO

Según Bell, Myrick, Blackburn, Shultz, Guskiewicz & Padua (2009), se puede definir como el desgarrar o rotura del LCA verificada mediante examen clínico, RMN y cirugía. Otros autores, como Waldén, Häggglund, Magnusson & Ekstrand (2011), la definen como la rotura por primera vez o recurrente y parcial o total del ligamento, que ocurre de forma aislada o asociada a otras lesiones concomitantes de la rodilla.

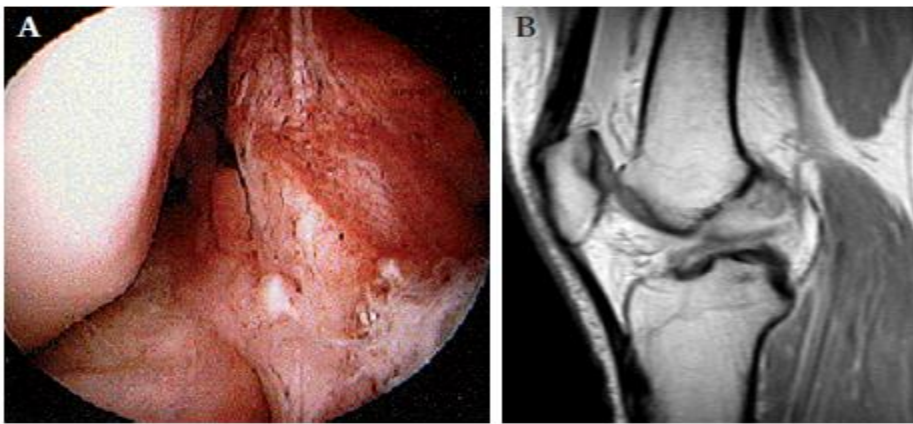


Figura 6. Rotura LCA a) vista artroscópica con ausencia de inserción femoral, b) rotura completa y caído y «recostado» hacia el LCP

La ruptura del LCA provoca un déficit funcional con cambios en la cinemática de la rodilla y la estabilización muscular dinámica. La disfunción muscular puede ser el resultado de un inadecuado fortalecimiento muscular, un déficit de control neuromuscular, una disfunción propioceptiva o, a menudo la combinación de todas estas causas (Gröger, Mang, Burgkart & Gradinger, 2010).

4.3.2. TIPOS DE LESIÓN

Siguiendo a Waldén et al. (2011), podrían reseñarse los siguientes:

- Indirecta o no-contacto cuando hay ausencia de contacto físico con otra jugadora u objeto en el momento de la lesión.
- Directa o por contacto: se produce mediante contacto físico con otra jugadora u objeto.

4.3.3. COMPLICACIONES

Según Ramos Álvarez, López-Silvarrey, Segovia Martínez & Legido Arce (2008), el retorno a la práctica deportiva tras una rotura del LCA tiene riesgos de recaídas y re-rupturas, además de lesión de estructuras adyacentes, como meniscos, cartílagos u otros ligamentos. Según estos autores, el riesgo de re-ruptura tiene una gran incidencia, de aproximadamente un 12% en deportes de alto impacto, como puede ser el baloncesto.

Una de las complicaciones a largo plazo más habitual es la artrosis de rodilla. Según Ozcakir, Raif, Sivrioglu & Kucukcakir (2011), es una alteración articular que se caracteriza por: erosión del tejido articular, reacción del hueso subcondral, osteofitos, disminución de la funcionalidad, dolor, alteraciones psicológicas (angustia, depresión, etc.), sociales (aislamiento) y debilidad muscular. Todo esto contribuye a una disminución de la calidad de vida de la persona.

Dicha alteración presenta un comienzo temprano, entre los 30-50 años de edad (Khan, Seon & Song, 2011). Esto significa que se desarrolla una media de 10-20 años antes de lo que sería habitual en la artrosis primaria (Meunier, Odensten & Good, 2007).

Se ha encontrado que los individuos con insuficiencia en el LCA tienen un riesgo ligeramente mayor de desarrollar artrosis en la rodilla en comparación con la población en general (Giove, Miller, Kent, Sanford & Garrick, 1983; Hawkins, Misamore & Merritt, 1986; Pattee, Fox, Del Pizzo & Friedman, 1989; Marks, Droll & Cameron-Donaldson, 2007).

La insuficiencia del LCA, tanto aguda como crónica, se asocia a una alta tasa de lesiones meniscales. Fairbank (1948), es el primero en postular la asociación de la artrosis con la pérdida de tejido meniscal. Hoy en día continúa existiendo esa evidencia.

Según Mihelic, Jurdana, Jotanovic, Madjarevic & Tudor (2011) y Seon, Song & Park (2006), cuando aparezcan los cambios degenerativos, su gravedad dependerá de: tratamiento, edad del paciente, tiempo que transcurra entre el momento de la lesión y la cirugía, la laxitud residual, si se acompaña de lesiones meniscales, estabilidad de la rodilla, etc. Ichiba & Kishimoto (2009) incluyen a estos factores la actividad del paciente, su IMC y el tipo de injerto con el que se ha realizado la cirugía. Según el tipo de injerto, hay autores que piensan que hay una mayor incidencia de artrosis en la reconstrucción hueso-tendón rotuliano-hueso que en las que se emplean tendones de la pata de ganso (Vairo, McBrier, Miller & Buckley, 2010); y otros que no hay diferencias significativas (van Grinsven, van Cingel, Holla & van Loon, 2010). La artrosis traerá consigo más incidencia de remplazamientos totales de rodilla (Bell et al., 2009).

4.3.4. INCIDENCIA Y PREVALENCIA

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	CONTEXTO DEL ESTUDIO	LUGAR DEL ESTUDIO	RESULTADOS
Hootman et al., (2007)	16 años de seguimiento, 15 deportes, edad colegial. Se estudian las lesiones en general en el deporte	NCAA (EEUU)	Más del 50% de las lesiones fueron en el miembro inferior. Partidos (13,8 lesiones/1000 atletas)>entrenamientos (4/1000). Pretemporada (6,6/1000)>temporada (2,3/1000)>posttemporada (1,4/1000).
Walker (2010)	Se estudian las lesiones en el baloncesto	(-)	La mayoría de las lesiones se producen en el miembro inferior, mayor incidencia esguinces de tobillo: tobillo-cadera-muslo-pierna-rodilla (colateral tibial, colateral peroneo, cruzado anterior y cruzado posterior)
Stergioulas et al., (2007)	Se siguieron a jugadores/as de baloncesto amateur durante 1 temporada (2000-2001)	Atenas y Pireas (Grecia). Liga no profesional.	Más lesiones durante partidos que en entrenamientos, sobre todo en la 2ª parte/esguinces-sobreuso/tobillo-rodilla. Mujeres: 0,56 les/año; más frecuentes en la columna lumbar y esguinces LCA de rodilla.
Frontera et al., (2008)	Se estudian las lesiones del LCA	(-)	Es el 2º más lesionado (después del colateral tibial). 31 roturas por cada 100000 personas/año. El 90% en personas de entre 15-45 años; 70% se relacionan con el deporte, donde las mujeres tienen 4 veces más riesgo.
Agel et al., (2007)	Jugadoras de baloncesto en edad escolar durante 16 años (Divisiones I, II, III). La investigación se centra en la lesión del LCA	(-)	Más lesiones durante partidos, en pretemporada y en el miembro inferior (esguinces tobillo-lesiones rodilla). El 8% presentaron lesión LCA; el 64% de estas fueron no-contacto y un 8% no fueron durante la práctica deportiva.
Wilk et al., (2012)	Se estudian las lesiones del LCA	EEUU	200000 lesiones/año; 100000 reconstrucciones.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	CONTEXTO DEL ESTUDIO	LUGAR DEL ESTUDIO	RESULTADOS
Kelly (2008)	Atletas que participan en deportes que requieren saltos y pivotajes. La investigación se centra en las lesiones del LCA	(-)	80000-25000 lesiones/año, en las que el 70% son indirectas. Mujeres 4-6 veces más de riesgo.
Arendt et al., (1999)	Hombres y mujeres (colegiados) jugadores de baloncesto. Se siguieron 531 equipos masculinos y 576 femeninos de divisiones I, II, III y ligas regionales durante 4 años (1989-1993). Se centra en lesiones del LCA	Instituciones NCAA (National Collegiate Athletic Association), EEUU	Mujeres con lesión del LCA 0,29/1000 (4 veces más que en hombres), dentro de estas un 80% por no-contacto y 20% por contacto
Wagemakers et al., (2010)	Población general, no específicamente atletas ni de una edad concreta. Se centra en lesiones del LCA	EEUU	Lesiones de rodilla (excepto fracturas) al año: 5,3/1000 personas. Lesiones LCA al año: 1/3500 personas.
Márquez Arabia et al., (2009)	Se compara la incidencia de ruptura del LCA entre la población general y jóvenes atletas	EEUU	Población general: 1 ruptura/3000 personas al año. Deportistas entre 10-25 años: 100000 rupturas al año.
Iversen et al., (2009)	LCA en jugadoras de baloncesto de escuela secundaria	(-)	Riesgo de lesión del LCA 1:100; en el baloncesto federado: 1:10
Padua et al., (2009)	Se estudian las lesiones del LCA en la población en general	(-)	Roturas LCA/año: 1/3000 personas; 95000 nuevos casos/año. 7,4 veces más de riesgo de osteoartritis. Más común mujeres atletas jóvenes (educación primaria y secundaria): x3 veces más que las mayores

Tabla 4. Tabla comparativa de los datos de incidencia y prevalencia según varios autores

4.3.5. FACTORES DE RIESGO

En este apartado se ha tratado de identificar cuáles son los factores de riesgo que expliquen la lesión del LCA en mujeres con la intención de conocer en cuáles de ellos podemos incidir para evitarla. En este tema existe mucha controversia entre autores, aunque en lo que muchos coinciden es en que, comparando a hombres y mujeres dentro de un mismo deporte y a un mismo nivel de competición, las mujeres tienen más riesgo de sufrir una lesión del LCA (Eiling, Bryant, Petersen, Murphy & Hohmann, 2007).

Los factores de riesgo son las variables de cada individuo que le hacen propenso a sufrir una determinada lesión, tales como la biomecánica, edad, sexo, historial traumático, etc. Dichas variables pueden ser identificadas incluso años antes de que se llegue a producir la lesión (Padua et al., 2009).

En definitiva se trata de un problema multifactorial, factores que individualmente o en combinación contribuyen a la lesión de LCA (Shultz et al., 2010).

Son necesarias más investigaciones sobre este tema ya que todavía no están claros los factores que intervienen en la lesión de este ligamento (Beynon & Shultz, 2008).

Se diferencian entre factores intrínsecos y extrínsecos (Khan et al., 2011):

FACTORES INTRÍNSECOS	FACTORES EXTRÍNSECOS
<ul style="list-style-type: none">• Anatómicos• Hormonales• Neuromusculares y biomecánicos• Genéticos• Psicológicos	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de habilidad• Reglas específicas del deporte• Tipo de calzado• Medio en el que se desarrolla• Arbitraje• Carga de entrenamientos y partidos• Otros: alimentación, sueño, abuso de sustancias, peso (IMC), etc.

Tabla 5. Factores de riesgo según adaptado de Khan et al. (2011)

Factores anatómicos

- **Alineación estructural**

Según el estudio de Loudon, Jenkins & Loudon (1996), en el que examinaron a 20 mujeres atletas con lesión del LCA, y a otras 20 como grupo control, llegaron a la conclusión de que hay relación entre el recurvatum de rodilla y pronación subtalar y la lesión, pero no con la inclinación pélvica. Sin embargo, en el estudio de Hertel, Dorfman & Braham (2004), en el que se examinaron a 10 mujeres y 10 hombres, y otros tantos como grupo control, se vio que

influyen la caída del navicular y la inclinación pélvica anterior. Otros autores incluyen el ángulo Q como factor de riesgo (Shultz, Carcia, Gansneder & Perrin, 2006); (Frontera et al., 2008); (Khan et al., 2011); (Shultz et al., 2010). Un mayor ángulo Q puede estar asociado con un incremento del valgo de rodilla durante el movimiento, por lo que aumentan las tensiones del LCA (Lim et al., 2009); (Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr, 2005) ; (Pantano, White, Gilchrist & Leddy, 2005). Este valgo se podría describir como una combinación de aducción femoral, abducción de rodilla y eversión de tobillo (Hewett, Lindenfel & Riccoben, 1999).

Según McLean (2005), las mujeres tienen mayor valgo que los hombres en los movimientos (aterrizajes, pivotaje, etc.). La relación entre el aumento del ángulo Q y las lesiones del LCA no está del todo clara. En estudios con jugadoras de baloncesto no se encontró dicha relación (Gray et al., 1985). Esto puede ser debido a las limitaciones de los estudios, como considerar un ángulo Q normal distinto o asumir simetría en las dos extremidades en cuanto a este ángulo. Por otro lado, la excesiva caída del navicular altera los patrones de activación muscular de la musculatura de la rodilla, lo que influirá en su estabilidad funcional (Toth & Cordasco, 2001).

Las rotaciones en el miembro inferior, incluyendo la de la tibia, podrían estar implicadas en la lesión (Olsen et al., 2005). Rozzi, Lephart & Fu (1999) encontraron que las mujeres tienen mayor rotación interna de fémur y rotación externa de la tibia en comparación con los hombres.

- **Escotadura intercondílea**

También hay controversia entre autores, ya que en todos los estudios que se centran en las escotaduras intercondíleas hay muchas limitaciones, como en los parámetros medidos, los métodos empleados para obtener los datos, etc.

Algunos afirman que en la lesión del LCA lo que más influye es la anchura de la escotadura intercondílea, siendo las más estrechas las que más riesgo de lesión originan (Frontera et al., 2008; Ireland, Ballantyne, Little & McClay, 2001; Khan et al., 2011; Shultz et al., 2010). Sin embargo, otros autores afirman que influyen más parámetros. Por ejemplo, Rizzo, Holler & Bassett (2001) encontraron una diferencia significativa entre el género y la anchura del LCA, lo cual podría ser atribuido a las diferencias de tamaño naturales entre hombres y mujeres. En mujeres el ligamento es más pequeño. En el estudio realizado por Chandrashekar, Slauterbeck, & Hashemi (2005), se vio que el tamaño del LCA aumenta proporcionalmente a la muesca en hombres, pero no en mujeres.

- **Laxitud ligamentaria**

Las mujeres tienen mayor laxitud que los hombres, lo que podría ser la explicación de por qué las mujeres se lesionan más que los hombres (Beynon & Shultz, 2008). En este tema hay controversia de opiniones. Esto puede ser debido a que, en general, hay poca evidencia entre el incremento de la laxitud y la lesión del LCA en mujeres.

Según Shultz, Carcia & Perrin (2004), la consecuencia funcional del aumento de la laxitud es el retraso del tiempo de reacción y el incremento de la dependencia muscular, medido como amplitud muscular y control dinámico de los músculos (en concreto gastrocnemios y bíceps femoral).

Factores hormonales

Hay mucha controversia de opiniones en cuanto a si los cambios hormonales pueden suponer un mayor riesgo de sufrir una lesión del LCA.

El LCA tiene receptores para el estrógeno y la progesterona, por lo que hay autores que afirman que las fluctuaciones de esas hormonas en el ciclo pueden tener una influencia en la lesión de dicho ligamento (Hobbs, Shultz, Arnold & Gansneder, 2000).

Los estrógenos podrían afectar a la actividad de los fibroblastos y a la síntesis de colágeno, lo que puede alterar la composición del ligamento, haciendo que sea más susceptible a lesionarse. La reducción de la síntesis de colágeno puede estar unida al aumento de la laxitud y por tanto a la disminución de la resistencia a cargas ténsiles e inputs propioceptivos. Los niveles de estrógeno alcanzan el punto máximo durante la fase de ovulación y hay una oleada durante la fase lútea. Puede ser lógico que si los estrógenos deprimen la integridad articular, el patrón lesional podría emerger entre esas fases (Hobbs et al., 2000).

La hormona relaxina también es secretada en la fase lútea del ciclo menstrual y, aunque no se encontraron receptores de esta hormona en el LCA, algunos autores, como Harmon & Ireland (2000), creen que puede contribuir al incremento de laxitud.

Todos estos cambios hormonales podrían inducir alteraciones en el control neuromuscular, como cambios en la fuerza de las extremidades, debilidad y más fatigabilidad muscular en la fase pre-menstrual, lo que afectaría al control del movimiento y perjudicaría la habilidad de los músculos para proteger los ligamentos durante el movimiento (Rozzi et al., 1999).

Las mujeres que usan anticonceptivos orales disminuyen el riesgo de lesión traumática, particularmente en la fase pre-menstrual (Möller Nielsen & Hammar, 1991)

En otras investigaciones también se concluyó que las mujeres tienen más riesgo de lesión del LCA durante la fase preovulatoria (días 9-14) del ciclo menstrual (28 días) que durante la postovulatoria (15 últimos días). Durante el ciclo menstrual se varían los porcentajes de estrógeno, lo cual afecta en el sistema neuromuscular de la mujer. Así, suelen presentar alteraciones en la fuerza, tiempo de relajación y fatigabilidad. En la fase ovulatoria ocurre un aumento de la fuerza, ralentización de la relajación y un aumento de la fatigabilidad del cuádriceps. En esta fase la secreción de estrógeno es máxima en mujeres que no toman anticonceptivos orales, pero no en las que sí lo toman. Además, se ha visto que pueden influir en la laxitud de dicho ligamento. Todo esto aumentará el riesgo a sufrir una lesión del LCA (Beynon & Shultz, 2008; Shultz et al., 2010).

Se piensa que las hormonas pueden influir en el LCA ya que se encontraron receptores para estrógenos en fibroblastos del LCA (Bell et al., 2009). También se vio la presencia de estos receptores en músculos, como por ejemplo en los isquiotibiales, que son los encargados de frenar la anteriorización tibial (Shultz et al., 2010); (Frontera et al., 2008).

Otros autores, como Beynon & Shultz (2008) no encontraron relación. En un estudio realizado por este autor, se encontró que las laxitudes de rodilla y tobillo son mayores en las mujeres en comparación con los hombres, sin embargo, las fluctuaciones cíclicas de estradiol y progesterona que se producen durante el ciclo menstrual no producen fluctuaciones cíclicas de la laxitud articular.

Factores neuromusculares

Durante un movimiento deportivo de alto riesgo, el sistema neuromuscular juega un rol importante para controlar dicho movimiento, otorgando estabilidad funcional a las articulaciones y disipando las fuerzas (Hewett, Zazulak, Myer & Ford, 2005).

- **Estrategias de activación muscular**

Según Hewett et al. (2005), una disminución de la activación muscular de los músculos del tronco y de la cadera conducen una mala alineación de las extremidades inferiores y por tanto al aumento del riesgo de lesión. También ha sido demostrado que las estrategias de la musculatura de la rodilla influye en la incidencia de la lesión en las mujeres atletas (DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik & Garrett, 2004).

Según Lloyd & Buchanan (2001), los patrones de activación muscular ayudan a contrarrestar las fuerzas externas de la rodilla, reduciendo la carga a la que son sometidos los ligamentos. Estos autores encontraron dos estrategias de activación para apoyar las cargas en valgo/varo de la rodilla: La co-contracción del cuádriceps e isquiotibiales y el incremento de actividad del gracilis y del tensor de la fascia lata en respuesta al incremento de cargas. Además, hay patrones selectivos de activación que difieren según las cargas externas sean planeadas con o sin anticipación (Besier, Lloyd & Ackland, 2003).

También se estudió la implicación del tiempo de respuesta muscular con la lesión del LCA, sobre todo en mujeres. Cowling & Steele (2001) encontraron que los hombres reclutan con mayor eficacia los isquiotibiales durante el aterrizaje que las mujeres. Los isquiotibiales juegan un papel muy importante en la protección del LCA.

- **Fuerza muscular**

Se necesita fuerza muscular para un buen control neuromuscular. Lephart, Ferris, Riemann, Myers & Fu (2001) realizaron un estudio en el que encontraron que la debilidad muscular de las mujeres se puede prevenir controlando la flexión de rodilla en los aterrizajes, es decir, haciendo que sean menos bruscos. Huston & Wojtys (2000) piensa que la fuerza es solo efectiva cuando los músculos son reclutados con una co-activación efectiva para encontrar una adecuada compresión articular y estabilidad de la rodilla (Hewett, 2000).

También hay discrepancia entre autores en cuanto a la fuerza relativa. Hewett, Lindenfeld & Riccobene (1999) sugirieron que puede haber una relación directa entre el desequilibrio muscular en la pretemporada y la lesión. Medvecky, Bosco & Sherman (2000) está en desacuerdo con esta idea, ya que consideran que esto tiene más relación con el ángulo de flexión de la rodilla en el salto y la fuerza muscular.

Factores biomecánicos

- Fatiga y mala condición física. Según Kelly (2008), se produce un mayor número de lesiones al final de los partidos que al principio debido a que se altera el control neuromuscular y la biomecánica de las extremidades inferiores.
- En los aterrizajes, las mujeres aterrizan de forma más vertical o erecta con menos flexión de cadera y rodilla, y mayor angulación en valgo (Swartz, Decoster, Russell & Croce, 2005); (Shultz et al., 2010). Además, las mujeres deportistas contraen el cuádriceps en mayor grado que los isquiotibiales en comparación con hombres deportistas (Frontera et al., 2008). Según Decker, Torry, Wyland, Sterett, &

Steadman(2003), los extensores de rodilla contribuyen a disipar la energía que absorbe la rodilla durante los aterrizajes, ya que varían las condiciones del aterrizaje.

También influyen las estrategias de activación de cadera y tobillo, pero actúan de forma secundaria. Los aterrizajes en una posición más erecta, abrupta o rígida reducen la capacidad de atenuar las fuerzas (Rozzi et al., 1999).

- Las mujeres, en los momentos de desaceleración, contraen el cuádriceps con mayor antelación y con escaso ángulo de flexión, lo que predispone a sufrir una lesión del LCA (Frontera et al., 2008; Powers, 2010).

En cuanto a la relación de estos factores biomecánicos con el aumento del riesgo de sufrir una lesión del LCA, también hay controversia. Ciertos autores niegan que las características descritas anteriormente puedan llegar a romper dicho ligamento (McLean, Huang, Su and Van der Bogert, 2004) y otros piensan lo contrario (DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik, & Garrett, 2004).

Factores psicológicos

Estos son tanto el comportamiento del jugador (competitividad, motivación, percepción del riesgo...) como el de los entrenadores, árbitros, y de otros miembros del equipo como fisioterapeutas o preparadores físicos (Verhagen, Van Stralen & Van Mechelen, 2010).

Hay autores (Fawkner, McMurray & Summers, 1999) que afirman que hay una relación entre eventos menores de la vida y las lesiones. Estas situaciones negativas incrementan el estrés del atleta, lo que se asocia con más tensión muscular y falta de concentración.

El rendimiento deportivo puede estar considerado como una situación estresante, a menudo resultante del nerviosismo del evento. Algunos autores piensan que este estrés es positivo pero en algunas circunstancias puede estar considerado negativo. Muchas lesiones ocurren durante los partidos y no en el entrenamiento, por lo que se piensa que ese estrés aumenta la tensión muscular y por lo tanto el riesgo de lesión (Hume, 1993).

Nivel de competición

En el estudio de Hopper, Hopper & Elliott (1995), en el que se examina a jugadores de baloncesto de distinto nivel de competición, se vio que tiene más riesgo de lesión los que compiten a más alto nivel.

Sin embargo hay discrepancia ya que otros autores piensan que no hay relación entre las lesiones y el nivel de competición en baloncesto, como por ejemplo McKay, Goldie, Payne, Oakes & Watson, (2001).

Medio en el que se desarrolla y tipo de calzado

La interacción entre el suelo y la superficie influye en la lesión del LCA. Si el calzado se adhiere al suelo o restringe la capacidad de movimientos habrá más riesgo de lesión, lo mismo ocurre en el suelo artificial si se compara con el de madera (Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme, & Bahr, 2003). Por esta razón, las canchas de baloncesto de madera dura presentan menos riesgo que los suelos artificiales ya que disminuyen la fricción calzado-suelo (Kelly, 2008).

Antecedentes

Según ciertos autores, como Wedderkopp, Kaltroft, Lundgaard, Rosendahl & Froberg (1997), una lesión previa produce un gran riesgo de re-lesión, aunque esto no es específico del LCA. Puede aparecer otro tipo de lesión pero normalmente en la misma parte del cuerpo. Una posible explicación es que las lesiones se podrían volver a repetir en el lugar de la debilidad dentro de la cadena cinética del cuerpo. También puede ser porque en el sitio lesionado se alteran los mecanismos y eso incrementa el riesgo de lesión en ese mismo lugar, aunque puede ser de distinta naturaleza (Waldén, Hägglund & Ekstrand, 2006).

Otros autores piensan que no hay relación directa entre una lesión existente y el mayor riesgo de re-lesión. Su explicación es que ciertos individuos tienen más riesgo de lesión debido a sus características biológicas (Taimela, Kujala & Osterman, 1990).

Una inadecuada rehabilitación y una precoz incorporación al deporte también contribuyen a la re-lesión, ya que el segmento lesionado estará alterado y con mecanismos inadecuados, lo que hace que tenga que soportar mayores demandas (Lysens et al., 1984).

Otros factores

A todo lo anteriormente referenciado, Elliot, Goldberg & Kuehl (2010) añaden una serie de factores que propician la lesión, y que afectan en mayor medida a mujeres jóvenes que a hombres:

- Alimentación: las dietas restrictivas provocan una disminución de glucosa, carbohidratos y calcio. La carencia de glucosa en sangre origina una disminución del

glucógeno muscular. La falta de carbohidratos provoca problemas en la función mental (falta de concentración) y disminuye los niveles de glucógeno, por lo que habrá debilidad muscular e inestabilidad articular.

- Sueño: está comprobado que la falta de sueño afecta a las habilidades deportivas.
- Abuso de sustancias (alcohol, tabaco, otras drogas): aún no está muy clara la relación entre el consumo de estas sustancias nocivas y el aumento del índice de lesiones, pero se piensa que puede ser por daño muscular.

Para evaluar factores de riesgo, existe una herramienta de evaluación clínica, **Landing Error Score System** (LESS), elaborada por Padua et al. (2009), que sirve para identificar sujetos con alto riesgo de sufrir una lesión de LCA, ya que analiza los patrones de movimiento durante el salto y el aterrizaje. Esta prueba consiste, tal y como se puede apreciar en la Figura 7, en saltar hacia delante desde una caja, lo cual es grabado con 2 videocámaras (planos frontal y sagital). Posteriormente se examina y se califica el movimiento atendiendo a una serie de criterios (posición del tronco, del pie, percepción de la calidad del aterrizaje, etc.). Valores de LESS altos indican una mala ejecución y valores bajos indican una buena ejecución. De las mujeres analizadas, la mayoría obtuvieron valores altos, y los hombres bajos.



Figura 7. Ejecución del Landing Error Score System

En estos estudios (Onate, Cortes, Welch & Van Lunen, 2010);(Padua et al., 2009), se asociaron bajas puntuaciones de LESS con disminución del movimiento de flexión de la cadera y la rodilla, así como un aumento en valgo y momentos de rotación interna, y el aumento de la fuerza de cizallamiento tibial hacia adelante de la rodilla al aterrizar después de un salto. Sin embargo, un reciente estudio de Smith et al. (2012), controlado en el laboratorio han demostrado que el aterrizaje de un salto, con menos flexión de la rodilla y una mayor fuerza de reacción del suelo (un aterrizaje brusco) no aumentó traslación tibial anterior, en varo o en valgo o rotación interna / externa en comparación con un aterrizaje suave.

En este nuevo estudio se seleccionaron 5.047 participantes de más de 3 años, identificaron 32 lesiones de ligamento cruzado posterior sin contacto, y se analizaron 28 de estos individuos lesionados. En este caso se consideran todos los participantes, como grupo, así como para los análisis de subgrupos separados de la escuela secundaria, la universidad, hombres y mujeres participantes. Esta es la muestra más grande de participantes con lesiones del LCA sin contacto que ha sido evaluada con el LESS. Se concluyó lo siguiente: el LESS no fue capaz de predecir la lesión de LCA sin contacto cuando se aplica en este estudio de atletas de la escuela secundaria y la universidad que participan en deportes que implican las maniobras de aterrizaje y cortes (cambios de dirección).

4.3.6. MECANISMO LESIONAL

Se define mecanismo lesional como las combinaciones de fuerza en las articulaciones, momentos y movimientos que causan un fallo en el LCA y que ocurren en el momento de la lesión (Bell et al., 2009).

En cuanto a las lesiones indirectas, según lo expuesto por Quatman, Quatman-Yates & Hewett (2010), la teoría más apoyada en la literatura es la del mecanismo multiplanar, es decir, que la lesión del LCA no es producida tan solo en un plano frontal, sagital o transverso, si no que es una combinación de los tres. Así, podemos concluir que la lesión del LCA se da cuando aparece esta combinación (Elliot et al., 2010; Padua et al., 2009; Quatman, Quatman-Yates & Hewett, 2010): compresión (pie apoyado en el suelo), rodilla en flexión de 0-30° + rotación interna del fémur + rotación externa de la tibia + valgo forzado o excesivo de rodilla. También son comunes las que se producen por una hiperextensión forzada de rodilla. Esto se puede ver en la Figura 8.

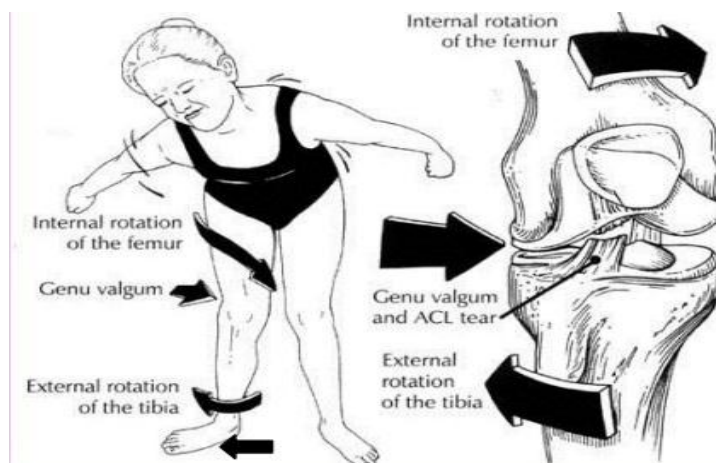


Figura 8. Mecanismo lesional del LCA por no-contacto

Según Krosshaug, Slauterbeck, Engebretsen & Bahr (2007), en el baloncesto, la acción más común para romperse el ligamento es cuando la jugadora cae al suelo con un pie, tras recibir un balón del aire y girándose para lanzar a canasta.

En cuanto a las lesiones directas, se producen cuando la jugadora recibe un golpe por detrás de la pierna o por delante del muslo, desplazándolo hacia atrás mientras la tibia permanece en su sitio. Esto conlleva a un estiramiento del LCA al quedar la tibia anteriorizada. También puede recibir un golpe en el lateral de la rodilla (Ramos Álvarez et al., 2008).



Figura 9. Mecanismo lesional del LCA por contacto

4.3.7. DIAGNÓSTICO

SIGNOS (objetivo)	SÍNTOMAS(subjetivo)
Hinchazón	Movimiento que rebasó la capacidad de la rodilla
Derrame y tumefacción	Dolor
Calor en la rodilla	Inestabilidad
Crepitación	Sensación de rotura
	Escuchar un pequeño estallido

Figura 10. Signos y síntomas de la lesión del LCA adaptado de Subotnick (1994), Pastrana Pérez, de Diego Acosta, Fernández Pastor & García Romero (2007).

Para un buen diagnóstico de esta lesión, son necesarios tanto una historia clínica completa como un buen examen clínico, utilizando como método confirmatorio del diagnóstico la resonancia magnética. Hay autores que piensan que es suficiente con la historia clínica y el examen, ya que la resonancia sólo aumenta costes y retrasa el tratamiento (Thomas, Pullagura, Robinson, Cohen & Banaszkiwicz, 2007).

HISTORIA CLÍNICA

Según diversos autores (Swedan, 2001; Wagemakers et al., 2010), deberían incluirse los siguientes apartados:

- Datos demográficos: edad, sexo.
- Mecanismo lesional: fuerza externa en la rodilla, lesión en el aterrizaje, por rotación, en un cambio de dirección, con el pie apoyado, con la rodilla en hiperextensión, etc.
- Sintomatología en el momento de la lesión: imposible continuación de la actividad, dolor y derrame inmediato, sensación de estallido, de desgarro, etc.
- Sintomatología actual: escala del dolor, presencia de derrame, crepitación, calor en la rodilla, sensación de fallo o inestabilidad de la rodilla, etc.

PRUEBAS FÍSICAS (Frontera et al., 2008; Opstelten & Scholten, 2007; Swedan, 2001)

- **CAJÓN ANTERIOR**

Paciente en decúbito supino con la rodilla en flexión de 45°, de modo que la planta del pie quede apoyada sobre la camilla. Debe estar con la musculatura lo más relajada posible para evitar falsos negativos. Se fija el pie sentándose encima de sus dedos. Se colocan las manos alrededor de la parte proximal de la tibia, con los pulgares en la tuberosidad tibial. La prueba consiste en provocar una traslación anterior de la tibia. En condiciones normales, es decir, con el LCA sano, se notará un tope elástico. Sin embargo, cuando está dañado se notará un incremento del deslizamiento anterior. Se compara con la extremidad contralateral.

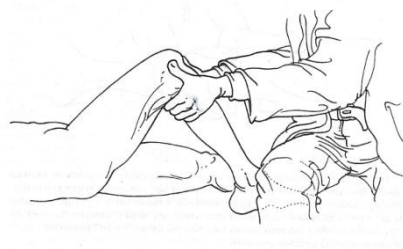


Figura 11. Ejecución de la prueba del cajón anterior

- **MANIOBRA DE LACHMAN**

El paciente se coloca en decúbito supino, con la rodilla en flexión de 20°. Se fija con una mano el extremo distal del fémur, mientras que con la otra ejerce una traslación anterior de la tibia. Si el LCA estuviese intacto, el terapeuta debería sentir un ruido sordo o un tope elástico al final de la fuerza realizada. Si estuviera roto, notaríamos una sensación de incremento de la traslación anterior de la tibia comparada con la de la extremidad contralateral. Una diferencia mayor de 5 mm entre los dos miembros indicaría una incompetencia total de dicho ligamento.



Figura 12. Ejecución de la maniobra de Lachman

- **PIVOT SHIFT TEST (DESPLAZAMIENTO DEL PIVOTE)**

Es un test dinámico complicado de realizar. Consiste en provocar una subluxación de la tibia, lo cual genera dolor y malestar. Con ello se pretende estudiar la integridad del LCA. Esta prueba reproduce el mecanismo lesional de este ligamento, y se dice que tiene una especificidad del 98% (Quatman, Quatman-Yates & Hewett, 2010). El paciente estaría en decúbito supino, con la rodilla flexionada 20°. Se agarra el pie del paciente de la pierna lesionada con una mano, y la otra la coloca en el extremo proximal y lateral de la tibia, generando una rotación interna tibial y una tensión en valgo sobre la rodilla. Se observa en el ligamento dañado un resalto de la tibia y una subluxación de la misma.

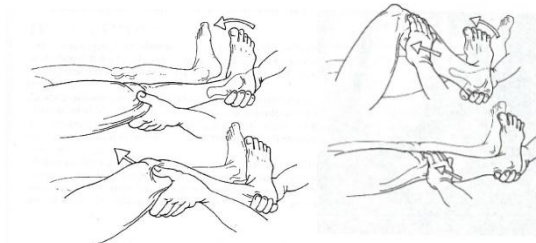


Figura 13. Ejecución del pivot shift test

Además de estos tres test, un examen clínico debería incluir: evaluación del flexo de rodilla, si hay aumento de la temperatura, palpación de las interlíneas articulares, de los ligamentos

laterales, test de laxitud en varo y valgo, palpación de derrame en el hueco poplíteo, etc. (Wagemakers et al., 2010).

PRUEBAS DE IMAGEN

Se suele emplear la radiografía simple y la resonancia magnética nuclear. La radiografía nos muestra si hay edema de partes blandas, avulsión de la espina tibial (lo cual se relaciona con roturas de LCA juveniles), o avulsión capsular lateral (relacionada a su vez con la rotura del LCA). La RMN, por otro lado, nos indica si hay rotura del LCA, contusión ósea, lesiones meniscales o de ligamentos colaterales asociadas. (Frontera et al., 2008).

Es importante realizar un diagnóstico diferencial: lesiones meniscales, subluxación, dislocación o fractura de la rótula, fracturas del platillo tibial, cuerpos libres, osteocondritis disecante del fémur, etc.

4.3.8. PREVENCIÓN

Los programas de prevención se basan en provocar adaptaciones tanto a nivel periférico (fuerza) como a nivel central (reprogramación motora). Se basan en la neuroplasticidad, es decir, cambios que se producen en el cerebro (morfológicos y moleculares) como consecuencia de la experiencia, esto es, de la repetición de movimientos (Powers, 2010).

Estos programas buscan una sincronía en la contracción del cuádriceps y de los isquiotibiales en los momentos clave de lesión, como en las deceleraciones bruscas.

Está demostrada la importancia de unas buenas y simples instrucciones verbales para proteger la rodilla en el momento del aterrizaje. Por ejemplo, simplemente con pedirle a la jugadora que en ese momento flexione más las rodillas hace que los antagonistas del cuádriceps se contraigan incluso antes de llegar al suelo, lo que disminuirá el riesgo de lesión. También se vio efectividad, aunque menor en algunos aspectos, al pedirle a la jugadora que intente activar más los músculos de la parte posterior del muslo antes del aterrizaje (Cowling, Steele & McNair, 2003).

Según Myklebust (2009) y Powers (2010) todo programa de prevención debería incluir los siguientes apartados: coordinación/equilibrio; fuerza, pliometría, agilidad, fuerza y resistencia y flexibilidad.

Para tratar de identificar a aquellos individuos con un mayor riesgo de lesión, se utiliza, entre otras, una prueba llamada Drop Jump como test de riesgo de rotura del LCA (Barber-Westin, Smith, Campbell & Noyes, 2010). Se realiza un test videográfico que mide la distancia entre

caderas, rodillas y tobillos desde un plano coronal, que es aplicado en jóvenes atletas (entre 11-19 años). Se llevó a cabo un programa de prevención neuromuscular durante 6 semanas, de duración de 1 hora durante 3 días alternos a la semana. Con esto se demostró que las mujeres atletas presentan menor distancia en la separación de sus rodillas durante aterrizajes y aceleraciones en los saltos verticales que los hombres atletas, lo que les lleva a aumentar la incidencia de las lesiones del LCA. Dicho programa se compone de 3 fases: estiramientos, saltos pliométricos y ejercicios con pesos. La fase de saltos se dividió en 3 partes: fase técnica (2 semanas), de fundamentos (2 semanas) y de rendimiento (2 semanas). Se prestó especial atención a la educación: alineación de todo el cuerpo neutra, exagerada flexión de caderas y rodillas en el salto y el aterrizaje, feedback verbal y visual en todo momento, tobillos a la altura de las caderas, pies y rodillas mirando hacia delante durante el aterrizaje y el despegue, empezar con el peso del cuerpo en el antepié y luego trasladarlo a los talones, manteniendo control de la postura y la flexión de cadera y rodillas.



Figura 14. Técnica de salto antes del programa preventivo

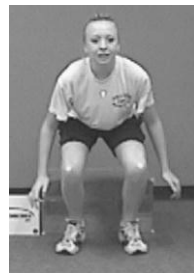


Figura 15. Técnica de salto después del programa preventivo

En la Tabla 6, presentada a continuación, se mostrarán los protocolos que se están utilizando en la actualidad para prevenir este tipo de lesión y sus características más relevantes:

Tabla 6. Protocolos de Prevención

REFERENCIA	DENOMINACIÓN	POBLACIÓN	FASES	TIEMPO	DURACIÓN	CONTENIDO								RESULTADOS
						CCC ¹	CCA ²	PLIOMETRÍA	CORE	TÉCNICA	ESTIRAMIENTOS	FUERZA	CONTROL NEUROMUSCULAR	
Bizzini, Junge & Bahr (2009); Kirkendall, Junge & Dvorak (2010)	11+	Jugadores de fútbol	1) trote + estiramientos 2) fuerza + pliometría + equilibrio 3) carrera	20'; 2 veces/semana	Calentamiento : 10-12semanas	si	si	si	si	si	activos	si	si	-30/50% lesiones del LCA. También funciona en el baloncesto
LaBella (2009)	KIPP	Chicas atletas (+12 años)	Fuerza, pliometría, agilidad, estiramientos, equilibrio	1h; 2 veces/semana	6 semanas	(-)	si	si	(-)	si	activos	si	si	* ³

¹CCC (Cadena Cinética Cerrada)

²CCA (Cadena Cinética Abierta)

³KIPP (KneeInjuryPreventionProgram).Resultados: Se reduce el dolor recurrente de rodilla en un 56%; 9 veces menos de riesgo de lesión del LCA. Mejora el rendimiento deportivo.

REFERENCIA	DENOMINACIÓN	POBLACIÓN	FASES	TIEMPO	DURACIÓN	CONTENIDO							RESULTADOS	
						CCC	CCA	PLIOMETRÍA	CORE	TÉCNICA	ESTIRAMIENTOS	FUERZA		CONTROL NEUROMUSCULAR
Lim et al., (2009)	SIPTP ⁴	Chicas jóvenes jugadoras de baloncesto	1) calentamiento 2) estiramientos 3) fuerza 4) pliometría 5) estiramientos 6) vuelta a la calma	20'	Calentamiento: 8 semanas	No	si	si	si	si	no especificado	si	no	Menos riesgo lesión LCA
“Sportsmetrics™ WIPP Exercise Breakdown” (2009); (“WIPP,” n.d.)	WIPP ⁵	Deportistas	1) calentamiento 2) pliometría 3) fuerza 4) flexibilidad 5) agilidad	20'; 2-3 días/semana	6 semanas	No	si	si	si	si	pasivos	si	no	Menos riesgo lesión LCA, mejora la condición física

⁴ Sports Injury Prevention Training Program

⁵ Warm-up for Injury Prevention and Performance

REFERENCIA	DENOMINACIÓN	POBLACIÓN	FASES	TIEMPO	DURACIÓN	CONTENIDO							RESULTADOS	
						CCC	CCA	PLIOMETRÍA	CORE	TÉCNICA	ESTIRAMIENTOS	FUERZA		CONTROL NEUROMUSCULAR
Pfeiffer, Shea, Roberts & Grandstrand (2006)	KLIP ⁶	Jóvenes atletas	Ejercicios pliométricos de dificultad progresiva	20'; 2 días/semana	Toda la temporada	No	si	si	no	si	no se realizan	no	no	No resultados significativos

⁶KneeLigamentInjuryPrevention

REFERENCIA	DENOMINACIÓN	POBLACIÓN	FASES	TIEMPO	DURACIÓN	CONTENIDO								RESULTADOS
						CCC	CCA	PLIOMETRÍA	CORE	TÉCNICA	ESTIRAMIENTOS	FUERZA	CONTROL NEUROMUSCULAR	
Casáis Martínez (2008); Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr (2005)	(-)	Jugadores de balonmano: 15-17 años	1) calentamiento 2) técnica 3) equilibrio 4) fuerza	25-30'	Calentamiento	si	si	si	si	si	no	si	si	Menos riesgo lesión
Hewett, Lindenfeld & Riccobene (1999)	(-)	Mujeres atletas	1) técnica 2) fundamentos 3) pliometría + estiramientos + fuerza + vuelta a la calma	60-90'; 3 días/semana	6 semanas	si	si	si	si	si	no especificado	si	no	Menos lesiones serias de rodilla

4.3.9. TRATAMIENTO

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

En este trabajo tan solo se abordará el tratamiento quirúrgico, aunque haya más alternativas, ya que en jóvenes y deportistas siempre se elige esta opción (Tagesson, Oberg & Good, 2008).

Según Claes, Verdonk, Forsyth & Bellemans (2011), las dos opciones más empleadas son los auto-injertos de los tendones de la pata de ganso y del tendón rotuliano. Su elección suele depender más de la experiencia del cirujano y de la preferencia del paciente (Frontera et al., 2008).

Según Grodski (2008) el objetivo de la reconstrucción es estabilizar la rodilla, aunque el grado de estabilidad va a depender de diversos factores como el estado de la articulación antes de la lesión, el grado de severidad de la lesión, si hay lesiones añadidas, tipo de cirugía, momento de la cirugía, rehabilitación posterior, y otros no tan claros como el género, edad, IMC, estilo de vida del paciente, etc.

Existen diferencias entre ambos tipos de procedimientos quirúrgicos, que tendrán consecuencias a largo plazo.

Hui et al.(2011) realizaron un estudio prospectivo en el que compararon los resultados a largo plazo de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior aislada endoscópica utilizando autoinjerto del tendón de la pata ganso (HT) o autoinjerto del tendón rotuliano (PT) con un seguimiento de 15 años con respecto a los resultados clínicos y el desarrollo de la de la artrosis. Utilizaron una muestra de 90 pacientes para cada tipo de reconstrucción, los cuales fueron estudiados anualmente los primeros cinco años, el séptimo año, el décimo y el quincuagésimo. La evaluación incluyó: evaluación para Ligamentos de Rodilla IKDC, evaluación radiográfica, KT1000, Lysholm Knee Score, atrofia del muslo, dolor de rodillas, situación del dolor y los resultados clínicos.

Los sujetos que recibieron el injerto de tendón rotuliano, tuvieron resultados significativamente peores en 15 años para las variables de: pérdida de movimiento ($p = 0,009$), puntuación de IKDC ($p = 0,02$), la realización del single leg hop test ($p = 0,003$), la participación en actividades extenuantes ($p = 0,02$), disminución del nivel de actividad relacionado con la rodilla ($p = 0,002$) y el dolor de rodillas ($p = 0,02$). Además, la rotura del injerto del LCA se produjo en el 16% del grupo HT y en el 8% del grupo de PT ($p = 0,10$).

La edad, el tipo de injerto y de género no se asociaron con rotura del injerto del LCA. La rotura contralateral del LCA se produjo en un número significativamente mayor de pacientes del grupo

de PT (24%) que en pacientes con HT (12%) ($p = 0,03$), y se asoció con la edad <18 años y el injerto de tendón rotuliano.

El grupo del tendón rotuliano, obtuvo resultados significativamente peores en las calificaciones subjetivas, la amplitud de movimiento y pruebas funcionales, pero no hubo diferencia significativa en la laxitud. Hubo una alta incidencia de recaídas después de ambas reconstrucciones.

Otro estudio Feller & Webster (2003) en el que se realizó un seguimiento de la muestra durante tres años después de la operación, concluye que ambos injertos presentan resultado funcionales satisfactorios, pero con una mayor morbilidad en el grupo de tendón rotuliano y un aumento de la laxitud de la rodilla y la ampliación radiográfica túnel femoral en el grupo de tendón de la pata de ganso.

Otros dos estudios sin embargo, concluyen que no existen diferencias significativas con respecto a la laxitud, estabilidad o niveles de fuerza (Roe et al., 2005);(Jansson, Linko, Sandelin & Harilainen, 2003)

EL PROCESO DE LIGAMENTACIÓN (Claes, Verdonk, Forsyth & Bellemans, 2011)

Se han realizado numerosos estudios con animales (cuyos resultados no se pueden extrapolar exactamente a los humanos) que pretendían justificar el uso de tendones en la reconstrucción de LCA. Se ha podido comprobar los cambios que sufren dichos tendones, lo cual ciertos autores lo denominan “proceso de ligamentación”. Dicho proceso se puede definir como un continuo cambio tisular por el que el tendón adquiere una composición similar a la del LCA.

Hay autores que hablan de cuatro fases de ligamentación, como Claes, Verdonk, Forsyth & Bellemans (2011):

1. Fase temprana
2. Remodelación
3. Maduración
4. Inactiva: cuando ya no se aprecian cambios en el auto-injerto. No hay convenio entre autores en el tiempo que es necesario para llegar a esta fase, aunque algunos autores piensan que puede superar los 3 años.

Tras la reconstrucción, encontramos una hipervascularización en el injerto. Se van formando nuevos conductos sanguíneos probablemente a partir de la sinovial, la almohadilla grasa

infrapatelar y el pseudoligamento mucoso, aunque no hay suficiente evidencia. En cuanto a los fibroblastos, aumenta su número, produciéndose así una repoblación celular. Estos fibroblastos al principio estarán desordenados, colocados al azar en el espacio y metabólicamente activos, con un gran núcleo redondeado. Por otro lado, el colágeno estará desorganizado e irregular. A medida que avanza el tiempo, en la fase de remodelación vemos como se disminuye la vascularización, y los fibroblastos, los cuales irán adoptando un núcleo menos ovoide, se colocan alineados longitudinalmente; además el colágeno se vuelve más denso y paralelo, con un diámetro de sus fibras menor.

Sin embargo, otros (Kisner & Colby, 2007) lo dividen en tres fases:

ESTADO AGUDO: REACCIÓN INFLAMATORIA	ESTADO SUBAGUDO: REPARACIÓN Y CICATRIZACIÓN	ESTADO CRÓNICO: MADURACIÓN Y REMODELACIÓN
CARACTERÍSTICAS		
Cambios vasculares	Eliminación de estímulos nocivos	Maduración del tejido conectivo
Exudación de células y sustancias químicas	Crecimiento de capilares en el área	Contractura del tejido cicatrizado
Formación de un coágulo	Formación de colágeno	Remodelación de la cicatriz
Fagocitosis, neutralización de irritantes	Tejido de granulación	Alineación del colágeno según el estrés al que está sometido
Actividad fibroblástica temprana		
SIGNOS CLÍNICOS		
Inflamación	Disminución de la inflamación	Ausencia de inflamación
Dolor ante la resistencia de los tejidos	Dolor sincronizado con la resistencia de los tejidos	Dolor después de la resistencia de los tejidos
TERAPIA		
FASE DE PROTECCIÓN Control de los efectos de la inflamación Restricción selectiva / inmovilización Promover la pronta curación y	FASE DE CONTROL DEL MOVIMIENTO Promover la curación, y el desarrollo móvil cicatriz Ejercicios activos, de fuerza	FASE DE RETORNO A LA FUNCIONABILIDAD Aumentar la fuerza y la estructuración de la cicatriz y la mejora de la funcionalidad

prevenir los efectos negativos del reposo. Movimientos pasivos, masajes.	resistencia, de estabilización en cadena abierta y cerrada Se avanza progresivamente en intensidad	Progresivo estiramiento, fortalecimiento, entrenamiento de resistencia, ejercicios funcionales, y ejercicios específicos del deporte
--	---	--

TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA

Podemos definir “rehabilitación” como el proceso a través del cual se restaura la función normal después de una lesión. La rehabilitación del deportista tiene como objetivo principal permitirle volver al entrenamiento y a la competición en las mejores condiciones posibles (Higgins et al., 2006).

Los actuales programas de rehabilitación rechazan completamente la inmovilización (al contrario de lo que se hacía hace unos años) y se basan en la movilización precoz (Biernat, Wołosewicz & Tomaszewski, 2007; Grodski, 2008; Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012), ya que previene posibles complicaciones postoperatorias, como atrofia muscular, dolor patelofemoral, rigidez del injerto, etc. (Biernat et al., 2007).

En la literatura se distinguen 3 protocolos (Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012):

- Protocolo acelerado en reconstrucciones que utilizan el tendón rotuliano (6 meses).
- Protocolo conservador en reconstrucciones del tendón rotuliano (9-12 meses).
- Protocolo para reconstrucciones que emplean los tendones de la pata de ganso (6-12 meses)

Las diferencias entre los dos primeros son: velocidad de progresión de los ejercicios, siendo mayor en el primero, el cual también presenta una mayor fuerza muscular, mayor movilidad articular, menos complicaciones (artrofibrosis, laxitud, fallos en el injerto, menos dolor patelofemoral, y menor tiempo para volver al deporte, por lo que es el que se emplea en jóvenes y deportistas (Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012).

Los objetivos de la rehabilitación son (Biernat et al., 2007; Manske, 2006; Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012):

- Restaurar el recorrido articular completo (ROM).
- Disminuir el dolor postquirúrgico, lo que mejorará el ROM y la contracción muscular.

- Reducir la hemartrosis para evitar la artrofibrosis y su influencia en los músculos.
- Progresar en el soporte de cargas en la articulación y desarrollar patrones normales de marcha sin perjudicar al injerto.
- Reacondicionar el sistema muscular mediante ejercicios que no supongan un riesgo para el injerto.
- Establecer datos objetivos y subjetivos para poder ir controlando la progresión de la jugadora, y que poco a poco pueda regresar al deporte.

En la práctica, se ha querido investigar hasta qué punto es efectivo el tratamiento fisioterapéutico tras la cirugía. Para su estudio, Hohmann, Tetsworth & Bryant (2011), seleccionaron un grupo de 40 pacientes, todos ellos físicamente activos, que se lesionaron durante entrenamientos o competiciones, de entre 18-35 años y sólo con rotura del LCA, es decir, sin más lesiones asociadas. Los dividieron en dos grupos, uno de ellos siguió un protocolo de rehabilitación guiado por un fisioterapeuta, y el otro un programa de ejercicios para realizar en el domicilio y sin supervisión de ningún profesional. Se siguió la evaluación de los pacientes en varias ocasiones durante los 12 meses posteriores a la cirugía. Aunque este estudio presenta limitaciones, como pueden ser posibles sesgos, no se encontraron diferencias significativas en los resultados de los dos grupos comparando los resultados del Lysholm score, Tegner Activity scale y otros test de fuerza y salto. Se piensa que uno de los motivos puede ser la motivación que presenta el grupo que trabaja en casa, debido a su perfil (jóvenes y activos físicamente), y a que ellos son los responsables de sus propios avances. Hay más autores que comparten esta hipótesis, como por ejemplo Grant & Mohtadi (2010). En su estudio, se examinó una muestra de 129 atletas con rotura del LCA. Se les dividió en dos grupos, uno de ellos se sometió a 4 sesiones de fisioterapia y a un programa de ejercicios en casa; y el otro a 17 sesiones de fisioterapia. Todo ello con una duración de 3 meses. Después se les revaluó tras 2 y 4 años mediante un cuestionario para lesiones del LCA crónicas: ACL QOL (“Quality of life”) score. Los resultados fueron mejores para los pacientes que siguieron el programa de ejercicios en casa, aunque el resultado no fue significativo.

PROTOCOLOS DE REHABILITACIÓN Y READAPACIÓN DEPORTIVA

Los protocolos analizados tienen algunas características comunes entre sí, tanto en contenidos como en distribución éstos en distintas fases y progresiones. Esto tiene como objetivo adaptar el tratamiento a las fases de curación del ligamento tras la intervención quirúrgica, de tal forma que se proteja el desarrollo de la cicatriz en las primeras fases y reservando tan sólo las últimas

para la ejecución de movimientos y gestos más naturales, pero también más agresivos para la articulación.

A continuación, en la Tabla 7, se exponen las características más significativas de los protocolos estudiados:

Tabla 7. Protocolos de Rehabilitación y readaptación

REFERENCIA	PLASTIA	DURACIÓN	FASES	METODOLOGÍA												
				EXTENSIÓN	FLEXIÓN	MOV. RÓTULA	BASTONES INGLESES	CCA	CCC	PROPIOCEPCIÓN	BICICLETA	TROTE	ESCALERAS	PLIOMETRÍA	NATACIÓN	CARRERA
van Grinsven et al. (2010)	Tendón rotuliano/pata de ganso	6 meses	Preoperatorio Postoperatorio: 1) semana 1 2) semanas 2-9 3) semanas 9-16 4) semanas 16-22	Completa fase 1	Fase 1:0-90°; sem2:120°; sem5:130°; fase 3: máximo	Desde día 1	Hasta el día 10	1-4s:90-40°; +10°cada semana	1-7s:0-60°;s8:0-90°	Semanas 2-9	Semana 3	Semana 8	Semana 4	Fase3	Semana 3	Fase 3;cambios ritmo y dirección fase 4
Wilk, Macrina, Cain & Dugas, (2012)	Tendón rotuliano	16-22semanas	Preoperatorio Postoperatorio1) 1-7 días 2)2-4semanas 3) 4-10 semanas 4)10-16 semanas 5)16-22 semanas	Completa fase 1	Día 5:90°; Día 7:100°; Fase3:125°; fase 5:completa	Desde día 1	Hasta al día 10	Días 2-3:90-40°	Semana 2: 0-40°	Día 4	Semana 2	⊖	Semana 4	Semana 8	Semana 2	⊖

REFERENCIA	PLASTIA	DURACIÓN	FASES	METODOLOGÍA												
				EXTENSIÓN	FLEXIÓN	MOV. RÓTULA	BASTONES INGLESES	CCA	CCC	PROPIOCEPCIÓN	BICICLETA	TROTE	ESCALERAS	PLIOMETRÍA	NATACIÓN	CARRERA
Biernat et al, (2007)	Tendón de la pata de ganso	Solo se estudia 1mes de postoperatorio	1) días 0-7 2) días 7-14 3) semanas 2-4	Completa fase 1	Semana 1: 110°	Desde el día 1	(-)	(-)	(-)	Días 7-14	Semna 2-4	(-)	Semana 2-4	(-)	(-)	(-)
Manske (2006)	Tendón de la pata de ganso	9 meses	1) cirugía-6semanas 2) semanas 6-8 3) semanas 8-16 4) 9 o + meses	Completa fase 1	Fase 1:90°; fase 2:completa	Desde el día 1	Hasta semana 6	Fase 2	Fase 2:0-45°	Semanas 6-8	Semanas 6-8	(-)	(-)	(-)	Fase 2	(-)
Manske (2006)	Tendón rotuliano	6 meses	1) semanas 2-4 2) semanas 5-10 3) semanas 11-24 4) 6 o + meses	Completa fase1	Fase 1:0-125°;semanas 7-10:completa	Desde d1	Hasta semana 4	Semanas 2-4	Semanas 2-4:90-40°	Semana 5	(-)	Semanas 7-10	(-)	S-emanas 5-10	(-)	Final fase 2 ;fase 3:cam bios ritmo y direcc ión

REFERENCIA	PLASTIA	DURACIÓN	FASES	METODOLOGÍA												
				EXTENSIÓN	FLEXIÓN	MOV. RÓTULA	BASTONES INGLESES	CCA	CCC	PROPIOCEPCIÓN	BICICLETA	TROTE	ESCALERAS	PLIOMETRÍA	NATACIÓN	CARRERA
Ramos, López-Silvarrey, Segovia & Legido (2008)	(-)	(-)	1) semanas 2-4 2) semanas 5-10 3) 2-3meses 4) 4º mes 5) 6-12 meses	Completa fase 2	Fase 2:90°; fase 3:completa	Desde el día 1	Hasta día 4	Fase 4	Fase 3	Semana 5	Fase 4	Fase 4	(-)	(-)	(-)	(-)

5. DISCUSIÓN

Incidencia y prevalencia de la lesión

Hootman, Dick & Agel (2007) y Walker (2010) coinciden en que la mayoría de las lesiones deportivas se producen en el miembro inferior, el primer autor añade que éstas se producen con una mayor incidencia en los partidos. Stergioulas et al. (2007) aportan un dato más: Se siguieron a jugadores/as de baloncesto amateur durante una temporada (2000-2001), y se encontró que se producían más lesiones durante partidos que en entrenamientos, sobre todo en la 2ª parte. Agel et al., (2007) también encontró que la mayoría de lesiones se produjeron en el miembro inferior, sobre todo en rodilla y tobillo, pero al contrario que Hootman, Dick & Agel, (2007), que indicaba que hay una mayor incidencia de lesiones en partidos de temporada, éste afirma que la mayoría ocurren en pretemporada. Esto podría deberse, entre otras razones, a la fatiga en el caso de la segunda parte del partido, y a una mala planificación del entrenamiento y acondicionamiento físico en el caso de las lesiones de pretemporada.

En estudios que compararon la incidencia de lesiones de LCA entre población general y deportista, como el de (Márquez Arabia & Márquez Arabia, 2009), se encuentra que hay una mayor incidencia en la población deportista (Población general 1 ruptura/3000 personas al año, frente a 100.000 rupturas al año en deportistas entre 10-25 años). Frontera et al. (2008) coincide con esta idea encontrando que se producen 31 roturas por cada 100.000 personas/año. El 90% en personas de entre 15-45 años y que el 70% se relacionan con el deporte.

Con respecto a las diferencias entre mujeres y hombres (Arendt et al., 1999; Frontera et al., 2008) encuentran que las mujeres tienen un riesgo 4 veces mayor que los hombres de sufrir una lesión del LCA. Kelly (2008) sitúa este riesgo entre un 4-6 veces mayor.

Estudiando cómo se producen estas lesiones en las mujeres, Frontera et al. (2008) encuentra que el 70% son indirectas. Arendt et al. (1999), obtiene resultados similares, siendo un 80% por no-contacto y 20% por contacto. Agel et al. (2007) encuentra que el 64% de estas lesiones se producen de forma indirecta (no-contacto).

A partir de estos datos ya se puede intuir que las mujeres jóvenes y deportistas son la población con más riesgo de sufrir esta lesión. Además, siendo las lesiones por no-contacto las de mayor incidencia, bajo mi punto de vista se vuelve necesario estudiar y aplicar acciones que nos permita prevenir o evitar la lesión.

Con el fin de identificar cual es la representatividad de estos datos en la realidad a la que me enfrento, he consultado en la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) los datos demográficos de la provincia de A Coruña del último estudio realizado (1 de enero de 2011). Compararé esto con los resultados presentados en la tabla anterior, más concretamente con el estudio elaborado por Frontera et al. (2008), ya que se centra en la población general, no sólo en deportistas, y utiliza una muestra suficientemente amplia.

He elegido aquellos municipios mayores a 10.000 habitantes, ya que considero que se trata de aquellos más representativos y donde se concentra la mayor parte de la población de la provincia de todas las edades y sexos. Los resultados obtenidos se presentan a continuación (Tabla 8):

	Total habitantes	de Incidencia (roturas/año) según Frontera et al. (2008)
Total provincial	1.147.124	355,60844
Ames	28.852	8,94412
Arteixo	30.482	9,45
Betanzos	13.537	4,19
Boiro	19.106	5,92
Cambre	23.649	7,33
Carballo	31.303	9,70
Coruña, A	246.028	76,26
Culleredo	29.207	9,05
Fene	13.902	4,30
Ferrol	72.963	22,62
Laracha, A	11.337	3,51
Narón	38.910	12,06

Noia	14.876	4,61
Oleiros	34.133	10,58
Ordes	12.948	4,01
Pontes de García Rodríguez, As	11.139	3,45
Rianxo	11.780	3,65
Ribeira	27.699	8,59
Sada	14.870	4,61
Santa Comba	10.241	3,17
Santiago de Compostela	95.207	29,51
Teo	18.266	5,66

Tabla 8. Incidencia de la lesión de LCA estimada en la Provincia de A Coruña

Además, según este mismo autor, el 90% de roturas se producen en individuos de entre 15 a 45 años. En la base de datos del INE he seleccionado de la población total de la provincia de A Coruña a aquellos de entre 15 a 45 años, de ambos sexos a fecha de 1 de Abril de 2012. El resultado ha sido un total de 456.475 habitantes frente al 1.095.113 provincial total. Es decir, en tal solo un 41,68% de la población se concentran el 90% de las roturas anuales de LCA (305,54 roturas/año).

Si además consideramos que el 70% de estas roturas se relacionan con el deporte, estamos ante un nivel mucho más elevado de incidencia de esta lesión en personas de 15 a 45 años deportistas. A esto hay que añadir la gravedad de que las mujeres tienen un riesgo cuatro veces mayor que los hombres.

A través de los cuadros de licencias de las distintas federaciones gallegas, que me ha facilitado la Secretaría Xeral de Deporte también podemos estimar la incidencia de este tipo de lesión en las jugadoras de baloncesto federadas gallegas en el rango de edad que nos preocupa:

Iversen et al., (2009) realizó un estudio sobre la incidencia de lesiones LCA en jugadoras de baloncesto de la escuela secundaria (de 11 a 18 años) en el que concluyó que el ratio de

lesiones en en el baloncesto federado es de 1:10. Esto traspasado a los datos de nuestras jugadoras (1.646 de infantiles a junior) supondría 164,6 lesiones anuales en este grupo de edad.

Factores de riesgo

No se ha encontrado ningún artículo que compare los factores de riesgos de la lesión del LCA para las mujeres en cada uno de los distintos rangos de edad, lo que supone una limitación a esta revisión. Dentro de la población a la que va dirigida este trabajo, nos encontramos con un amplio grupo de edad en el que conviven mujeres adultas, adolescentes y niñas (entre 11 a 18 años). Por esta razón sería interesante identificar específicamente los factores de riesgo para cada edad, ya que presentan características muy diferenciadas.

A pesar de esta limitación, con respecto a los factores de riesgo en las mujeres, se encontró lo siguiente:

Algunas características anatómicas hacen que esta población tenga una mayor predisposición a esta lesión. Loudon et al. (1996) señala el recorvatum de la rodilla y la pronación subtalar; Hertel et al. (2004) y Toth & Cordasco (2001), la caída del navicular y la inclinación pélvica anterior; por otro lado, Olsen et al. (2003) y Lephart et al (2001) la mayor rotación interna del fémur y rotación externa de la tibia en comparación con los hombres. Sin embargo, la mayoría de autores (Frontera et al., 2008; Khan et al., 2011; Lim et al., 2009; Pantano et al., 2005; Shultz et al., 2010) coinciden en que el valgo de rodilla (aumento del ángulo Q) es un factor de riesgo muy importante, ya que aumentaría las tensiones del LCA.

Por otro lado, algunos autores (Frontera et al., 2008; Ireland et al., 2001; Khan et al., 2011; S. J. Shultz et al., 2010), señalan que la anchura de la escotadura intercondílea, al ser más estrecha, origina más riesgo de lesión. Sobre esta misma línea se ha encontrado que también pueden influir otros factores a parte de este, como que el tamaño del LCA aumenta proporcionalmente a la escotadura en hombres, pero no en mujeres (Chandrashekar et al., 2005; Rizzo et al., 2001).

También se piensa que la mayor laxitud ligamentaria podría explicar por qué las mujeres se lesionan más que los hombres, ya que disminuiría la resistencia a cargas ténsiles y los inputs propioceptivos, retrasando el tiempo de reacción y control dinámico de los músculos (Beynnon & Shultz, 2008; Hobbs et al., 2000; S. Shultz et al., 2004). Esta laxitud se asocia con los niveles de estrógeno en las mujeres, relacionando las épocas más sensibles con las fases ovulatorias (Beynnon & Shultz, 2008; Harmon & Ireland, 2000; Hobbs et al., 2000; Romani, Curl, & Lovering, 2001; Rozzi et al., 1999; S. J. Shultz et al., 2010). Es posible que esto cree alteraciones en la fuerza, tiempo de relajación y fatigabilidad. Sin embargo se han realizado

otros estudios, como el de Beynnon & Shultz (2008) en el que no se encuentra relación entre la fluctuación de estradiol y progesterona durante el ciclo menstrual con las fluctuaciones de laxitud articular.

Por otro lado, existen autores subrayan los factores neuromusculares como clave. Desde mi punto de vista, y teniendo en cuenta que mi objetivo sería realizar una intervención para reducir el riesgo de lesión del LCA, es importantísimo tener claro cómo se puede incidir en estos factores y cuales son sus consecuencias.

Según Hewett et al. (2005), una disminución de la activación muscular de los músculos del tronco y de la cadera conducen una mala alineación de las extremidades inferiores y por tanto al aumento del riesgo de lesión. Bajo mi punto de vista, si tenemos esto en cuenta, sería importante integrar en nuestro programa de intervención ejercicios de estabilización del core. De la misma manera, también es relevante que las estrategias de activación de la musculatura de la rodilla sean las correctas y no existan desequilibrios para contrarrestar las fuerzas externas de la rodilla, reduciendo la cargas a la que son sometidos los ligamentos (Besier et al., 2003; DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik, & Garrett, 2004; Lloyd & Buchanan, 2001). Cowling et al. (2003) encontró que las mujeres reclutan con menor eficacia los isquiotibiales durante el aterrizaje.

Para mi son muy interesantes las conclusiones a las que llegan Ferris et al. (2002); Huston & Wojtys (2000); Lephart, Ferris, Riemann, Myers & Fu (2001), ya que encontraron que la debilidad muscular de las mujeres se puede prevenir controlando la flexión de rodilla en los aterrizajes y que la fuerza es solo efectiva cuando los músculos son reclutados con una co-activación efectiva para encontrar una adecuada compresión articular y estabilidad de la rodilla. Bajo mi punto de vista, la importancia de esto surge en la abstracción de dos ideas: trabajar la técnica para conseguir un aterrizaje más suave y trabajo de fuerza para mejorar la activación muscular.

Con respecto a la biomecánica del movimiento, y relacionado con las ideas anteriores, todos los autores estudiados coinciden en que en los aterrizajes, las mujeres caen de forma más vertical o erecta con menos flexión de cadera y rodilla, y mayor angulación en valgo de tal forma que se reduce la capacidad de atenuar las fuerzas (Decker et al., 2003; S. J. Shultz et al., 2010; Swartz et al., 2005). Esto tiene que ver con la técnica de la jugadora, sin embargo, me han surgido dudas de hasta que punto la biomecánica del movimiento no es una consecuencia de la falta de fuerza de la jugadora. Sería necesario conocer como es la relación entre ambos para poder

realizar una buena intervención, ya que de esto ser así, el trabajo de fortalecimiento muscular sería una pieza clave en el programa.

A pesar de esto, existen autores (McLean, 2005) que niegan que las características biomecánicas descritas anteriormente puedan llegar a romper el LCA.

El nivel de competición también es considerado como factor de riesgo para esta lesión (Hopper, Hopper & Elliott, 1995), ya que se encuentra que se producen un mayor número de lesiones en categorías superiores que en las más bajas. En mi opinión, esto podría ser debido, entre otras causas, a la mayor exposición a una situación de riesgo lesional debido al numeroso número de partidos y entrenamientos, o a que el nivel de velocidad de juego es superior, disminuyendo el tiempo de reacción y exigiendo una mayor concentración. Otros autores (McKay, Goldie, Payne, Oakes & Watson, 2001) no encontraron relación.

También se habla de la importancia de los factores psicológicos, como el estrés y la ansiedad, ya que se pueden asociar con una falta de concentración o aumento de la tensión muscular que derive en un fallo en la activación del músculo (Fawcner et al., 1999; Hume, 1993; Verhagen, van Stralen, & van Mechelen, 2010).

Otros autores (Kelly, 2008; Olsen et al., 2003) señalan la adherencia calzado-suelo como factor de riesgo ya que impide realizar el movimiento correctamente.

Por otro lado, ciertos autores (Lysens et al., 1984; Taimela et al., 1990; Markus Waldén et al., 2011; Wedderkopp et al., 1997) subrayan el riesgo de lesión debido a lesiones anteriores. Bajo mi punto de vista, esto pone en evidencia la importancia de la realización de una buena rehabilitación y readaptación deportiva para que la jugadora pueda reincorporarse a su nivel de actividad previo a la lesión de la forma más segura.

Por último, Elliot, Goldberg & Kuehl (2010) señala algunos factores de riesgo que podrían afectar a la mujer más que al hombre, por ejemplo la restricción alimentaria a la que un amplio número de mujeres se someten. Esto generaría un déficit de glucógeno durante el ejercicio, lo que podría acarrear un fallo muscular o problemas de falta de concentración. También añade la falta de sueño y el abuso de sustancias como alcohol, tabaco y drogas, por motivos evidentes. Sin embargo, no explica por qué estas afectan más a la mujer que al hombre.

Mecanismo lesional

En este tema no se han encontrado discrepancias. Todos los autores coinciden en que el mecanismo de la lesión del LCA por no contacto es: compresión (pie apoyado en el suelo), rodilla en flexión de 0-30° (también son comunes por hiperextensión) acompañado de una rotación interna del fémur, rotación externa de la tibia y valgo forzado o excesivo de rodilla (Bell et al., 2009; Elliot et al., 2010; Krosshaug et al., 2007; Quatman, Quatman-Yates, & Hewett, 2010). Esto se puede dar en acciones como cambios de dirección, aterrizajes, saltos y pivotajes. En cuanto a las lesiones directas, también se coinciden en que se producen cuando la jugadora recibe un golpe por detrás de la pierna o por delante del muslo, desplazándolo hacia atrás mientras la tibia permanece en su sitio. Esto conlleva a un estiramiento del LCA al quedar la tibia anteriorizada. También puede recibir un golpe en el lateral de la rodilla (Ramos Álvarez et al., 2008).

Bajo mi punto de vista, las lesiones directas son muy difíciles de evitar ya que pueden ser debidas a una acción desafortunada. De todas formas, el hecho de tratar de fomentar el juego limpio en nuestras jugadoras ayudaría a minimizar acciones agresivas que puedan causar esta situación.

Prevenición

Con respecto a la importancia y eficacia de realizar una buena prevención para evitar la lesión del LCA por no-contacto, existen evidencias (Hewett, Lindenfeld, Riccobene, 1999; Lim et al., 2009; Olsen et al., 2005) de que es posible reducir su incidencia mediante la realización de una planificación de ejercicios que consigan disminuir los factores de riesgo más significativos de esta lesión: sincronía en la contracción del cuádriceps y de los isquiotibiales en los momentos clave de lesión, como en las deceleraciones bruscas o aterrizajes.

Los protocolos estudiados siguen una línea general en la que todos utilizan ejercicios pliométricos y técnica. Sin embargo difieren en duración, contenidos y fases establecidas.

- **Duración:**

Bizzini, Junge & Bahr (2009) y Kirkendall, Junge & Dvorak (2010) establecen y utilizan el protocolo integrándolo en el calentamiento durante 10-12 semanas, Lim et al., (2009) aplican el protocolo SIPTP también como calentamiento durante 8 semanas; Casáis Martínez (2008) y Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr (2005) también realizan su protocolo como calentamiento, sin especificar durante cuánto tiempo.

Diferenciándose de los anteriores, están los protocolos de LaBella (2009), el de Hewett, Lindenfeld & Riccobene (1999) y el WIPP. Estos se tratan de protocolos intensivos que se utilizan durante 6 semanas y a los que se les dedica una sesión o una gran parte de ella.

Parece que, dentro de estos parámetros, el tiempo que se dedique a la realización del protocolo por sí mismo no va a ser limitante en cuanto a los resultados. Tanto los protocolos intensivos, como los que fueron utilizados como calentamiento, obtienen resultados positivos y significativos.

Por otro lado está protocolo de Pfeiffer, Shea, Roberts & Grandstrand (2006), también llamado KLIP, que se aplica durante toda la temporada y se trata de la realización de ejercicios pliométricos de dificultad progresiva. Este protocolo no ha obtenido resultados significativos. Quizás el problema ha sido centrarse únicamente en la realización de ejercicios pliométricos, olvidando trabajar la mejora de los otros factores de riesgo que rodean la lesión.

- **Contenidos:**

Como se comentó anteriormente, a pesar de tener una línea común se diferencian en algunos de los contenidos desarrollados en los mismos.

Todos los protocolos estudiados utilizan ejercicios pliométricos, de fortalecimiento del miembro inferior y de técnica de saltos, aterrizajes y cambios de dirección. Esto sigue la lógica expuesta durante todo el trabajo. Usan contenidos que permitan disminuir los factores de riesgo de esta lesión.

Bizzini, Junge & Bahr (2009) y Kirkendall, Junge & Dvorak (2010), con el protocolo 11+ utilizan ejercicios de cadena cinética cerrada (CCC) y abierta (CCA). Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr (2005) diseñan y aplican un protocolo con ejercicios del mismo tipo, que posteriormente también es aplicado y testado por Casáis Martínez (2008). Un último protocolo de los estudiados en esta revisión los aplica, el de Hewett, Lindenfeld & Riccobene (1999). Los restantes utilizan ejercicios de CCA y no de CCC.

Bajo mi punto de vista esto no tendría por qué ser un problema si nos encontramos en la fase de prevención. Sin embargo, si habláramos de tratamiento post-operatorio o pre-operatorio, utilizar ejercicios de CCA en las primeras fases sería un grave problema al poner en riesgo la estabilidad de la articulación.

Con respecto a los ejercicios de estabilización del core, tan sólo encontramos dos protocolos que no los utilizaran: el KIPP y el KLIP. Esto llama la atención ya uno de los factores de riesgo es la baja activación muscular del tronco-cadera, cuya consecuencia es una mala alineación del miembro inferior. Bajo mi punto de vista, trabajando el core se podría corregir esto, y centrándose en la cadena muscular correspondiente a cada acción, mejoraría la sincronía de esta activación muscular.

Lo mismo sucede con lo ejercicios de control neuromuscular o propioceptivos. Hay protocolos que no los utilizan (SIPTP, WIPP, KLIP) y que obtienen también resultados significativos reduciendo el riesgo de lesión del LCA. Quizás, entre otras razones, esto sea debido a que a pesar de no trabajarlo aisladamente, este contenido se trabaja en conjunto con otros, por ejemplo en ejercicios con saltos. Con las limitaciones de mi escasa experiencia práctica, este año he podido comprobar como los ejercicios de propiocepción funcionaban con los jugadores y jugadoras que tenía que trabajar. Utilizaba ejercicios de este tipo tanto en la zona lesionada como en la no lesionada y tras varias semanas se podía observar como el control motor del individuo mejoraba.

Por último se encontró controversia de opiniones con respecto a la utilización de estiramientos, tanto por el tipo (activo o pasivo) como por la necesidad de su utilización.

- **Fases:**

Con respecto al orden de los ejercicios dentro de la sesión, todos siguen un orden lógico: primero realizan aquellos contenidos que tengan que ser realizados sin fatiga (por ejemplo, la técnica) y progresivamente van introduciendo aquellos que tengan que realizarse en situación de fatiga (por ejemplo, agilidad).

Como reflexión personal me gustaría añadir que uno de los factores más importantes para la producción de esta lesión es la falta de fuerza o desequilibrio muscular. Este factor de riesgo se repite en la mayoría de lesiones. Quizás, sin tener que entrar en la ejecución de protocolos de prevención para una lesión específica, sería más adecuado y positivo para la dinámica de los entrenamientos y condición física general de las jugadoras realizar una buena preparación física. Por experiencia propia y por observación de la forma de trabajar en varios clubs de la provincia de A Coruña, sobre todo en los equipos de las categorías femeninas, se descuida e incluso se evita la realización de ejercicios de preparación física que tengan que ver con fortalecimiento muscular.

Rehabilitación y readaptación

Los protocolos de rehabilitación estudiados presentan diferencias entre ellos, pero también aspectos comunes.

La duración del programa va en relación con el proceso de curación del tejido, oscilando entre 6 y 9 meses. En base a eso, cada autor propone unas fases en las que se desarrollan diferentes contenidos.

Todos los autores sitúan la Fase 1 la semana siguiente a la operación, excepto Manske (2006) y Ramos, López-Silvarrey, Segovia & Legido (2008), que lo hacen desde la semana 2 a la 4. El objetivo de esto es el de proteger el desarrollo de la cicatriz, sin embargo el resto de los protocolos empiezan desde la semana 1 para evitar complicaciones como adherencias y pérdida de movilidad. Otro punto en común es el de empezar desde el día 1 con movilidad de la rótula.

En cuanto a los contenidos, cabe destacar:

- Existe controversia en cuando se retiran los bastones ingleses. Autores como van Grinsven et al., (2010) y Wilk, Macrina, Cain & Dugas (2012) retiran a los bastones a

partir del día 10. Manske (2006) y Biernat et al, (2007) son más conservadores y no lo hacen hasta la cuarta y sexta semana respectivamente. Por otro lado, (Ramos Álvarez, López-Silvarrey, Segovia Martínez et al., 2008), los retiran a partir del día 4. Bajo mi punto de vista, y teniendo en cuenta el proceso de curación de los tejidos, considero que retirar los bastones el día 4 es demasiado precoz. Considero más seguros los protocolos que lo hacen al décimo día. Pero dependerá de la opinión del médico y fisioterapeuta.

- Con respecto a la ejecución de movimientos de flexo-extensión todos los autores lo sitúan entre su primera y segunda fase. Evidentemente todos siguen una progresión de menor a mayor amplitud en función del paciente, empezando por ángulos más seguros y progresando hasta el mayor rango de movimiento en las fases terminales.
- Contenidos:
 - Rangos de movimiento: Todos los protocolos revisados pretenden conseguir un completo rango en el menor tiempo posible, otorgándole gran importancia a la extensión completa de rodilla. Para ello, creen necesario disminuir el dolor y la inflamación mediante medios físicos (electroterapia, crioterapia, etc.).
 - Desde el primer día del postoperatorio se realizan movilizaciones de rótula para evitar adherencias y complicaciones(van Grinsven et al., 2010;Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012;Biernat et al, 2007;Manske 2006;Ramos, López-Silvarrey, Segovia & Legido, 2008) .
 - Con respecto a la utilización de ejercicios de cadena cinética abierta o cerrada, todos los protocolos (van Grinsven et al., 2010); (Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012) ;(Biernat et al, 2007); (Manske,2006); (Ramos, López-Silvarrey, Segovia & Legido, 2008)revisados utilizan los de CCC en las primeras semanas y los de CCA como progresión de los primeros.
 - Los tipos de ejercicios que se plantean son aquellos que permiten trabajar el componente cardiorrespiratorio, pero sin poner en riesgo la estabilidad de la rodilla. Todos los protocolos estudiados (van Grinsven et al., 2010); (Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012); (Biernat et al, 2007); (Manske, 2006); (Ramos, López-Silvarrey, Segovia & Legido, 2008) utilizan ejercicio en bicicleta estática. Lo más probable es que adapten la altura del sillín en función del grado de extensión de la rodilla que se quiera limitar, sin embargo no lo especifican. Otros lo combinan con un trabajo en agua (van Grinsven et al., 2010;Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012; Manske 2006) de natación, pero tampoco explican qué tipo de ejercicios y con qué limitaciones. Por otro lado, también hay algunos protocolos que utilizan ejercicios de subir escaleras (van Grinsven

et al., 2010;Wilk, Macrina, Cain & Dugas, 2012;Biernat et al, 2007) y todos coinciden en empezar con este tipo de trabajo a partir de la semana 4.

En todos los protocolos de rehabilitación estudiados he encontrado una gran carencia en cuanto a la prescripción del entrenamiento. Todos se centran en hablar de contenidos y tipos de ejercicios que se podrían realizar en cada fase, sin embargo no especifican los parámetros de la carga (volumen, intensidad, recuperación, densidad), por lo que no queda clara la relación dosis-respuesta y sería imposible sólo con esos datos replicar el protocolo propuesto por los autores. Esto me lleva a reflexionar sobre la importancia del trabajo del titulado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte a la hora de formar parte del proceso de rehabilitación y readaptación deportiva, ya que tendríamos que ser nosotros, los expertos en entrenamiento, los que nos responsabilizáramos de esta parte. Por ello considero que es necesario formar equipos interdisciplinares en lo que se pueda trabajar en equipo entre el médico, fisioterapeuta, preparador físico y entrenador.

6. CONCLUSIONES

- El LCA consta de anastomosis muy pequeñas para reparar un ligamento roto, lo que hace que, tras una ruptura parcial o total, éste no consiga repararse sólo y haya que recurrir a la cirugía.
- La lesión del LCA se presenta con más frecuencia en mujeres jóvenes deportistas que en sus homólogos masculinos.
- Existe consenso sobre los mecanismos lesionales, siendo los indirectos los más frecuentes en las mujeres, y más concretamente, el mecanismo multiplanar.
- No se han encontrado estudios sobre los factores de riesgo para la lesión de LCA en mujeres identificando las características de cada grupo de edad.
- Las lesiones indirectas de LCA tienen un origen multifactorial, no existe consenso entre autores con respecto a estos factores de riesgo.
- Necesidad de profesionales capacitados en la rehabilitación y readaptación de estas lesiones para conseguir la incorporación de las jugadoras al equipo en el menor tiempo y en las mejores circunstancias posibles.
- Para el diagnóstico de esta lesión son necesarios tanto una historia clínica completa como un buen examen clínico. No existe consenso en cuanto a la utilización de la resonancia magnética como método confirmatorio del diagnóstico.
- Se constata la necesidad de realizar más investigaciones en este ámbito, sobre todo centradas en jugadoras jóvenes de baloncesto, ya que la información sobre las lesiones del LCA en este grupo poblacional todavía es insuficiente y poco concluyente.
- Los programas de prevención de la lesión del LCA han demostrado su eficacia, por lo que sería recomendable su incorporación a los entrenamientos.
- Los protocolos de prevención son variados en duración total, duración de cada sesión, contenidos y fases. De este modo:
 - El tiempo de duración total oscila entre 6 semanas (ciertos autores determinan que este tiempo es suficiente) y toda la temporada.
 - Casi todos los autores coinciden en una corta duración, entre 20-30 minutos, ya que consideran que ese tiempo es suficiente para obtener los beneficios buscados.
 - La mayoría de los programas se dividen en varias fases, en las que se trabajan diferentes aspectos que se consideran importantes para prevenir la lesión. No todos los autores proponen las mismas fases.

- La mayoría cuentan con un apartado para ejercicios pliométricos, para el fortalecimiento de las extremidades inferiores y para el control neuromuscular. No todos prestan especial atención a los estiramientos, variando el tipo, ni al trabajo del core o del equilibrio. Sin embargo, todos coinciden en la importancia de realizar los ejercicios correctamente, insistiendo en la corrección de la postura y de la biomecánica de las jugadoras.
- Los protocolos de rehabilitación y readaptación son variados en duración total, contenidos y fases. De este modo:
 - En líneas generales, la duración del programa oscila entre 6 y 9 meses.
 - Todos los autores dividen el programa en fases, aunque no todas en las mismas. En cada fase, las lesionadas podrán realizar diferentes ejercicios y actividades.
 - Todos los protocolos revisados pretenden conseguir un completo rango de movimiento en el menor tiempo posible, otorgándole gran importancia a la extensión completa de rodilla. Para ello, creen necesario disminuir el dolor y la inflamación mediante medios físicos (electroterapia, crioterapia, etc.).
 - Todos los protocolos dan importancia a la movilidad de la rótula para evitar adherencias y complicaciones. Las realizan desde el primer día del postoperatorio.
 - En cuanto al inicio de ciertas actividades, como puede ser subir escaleras, bicicleta, abandono de los bastones ingleses, etc., no todos coinciden, pero más tarde o más temprano las realizan.
 - Comparando los protocolos revisados que emplean tendones de los isquiotibiales con los que utilizan el tendón rotuliano, no se aprecian diferencias significativas en cuanto al momento oportuno para iniciar actividades como puede ser bicicleta o natación, ni en cuanto a los objetivos marcados.
 - No se ha encontrado ningún protocolo que especifique las características de la carga de entrenamiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Agel, J., Olson, D. E., Dick, R., Arendt, E. A., Marshall, S. W., & Sikka, R. S. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training*, 42(2), 202-10.
2. Alm, A., & Strömberg, B. (1974). Vascular anatomy of the patellar and cruciate ligaments. A microangiographic and histologic investigation in the dog. *Acta chirurgica Scandinavica. Supplementum*, 445, 25-35.
3. Arendt, E. a, Agel, J., & Dick, R. (1999). Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *Journal of athletic training*, 34(2), 86-92.
4. Barber-Westin, S. D., Smith, S. T., Campbell, T., & Noyes, F. R. (2010). The drop-jump video screening test: retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 24(11), 3055-62.
5. Bell, D. R., Myrick, M. P., Blackburn, J. T., Shultz, S. J., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. a. (2009). The effect of menstrual-cycle phase on hamstring extensibility and muscle stiffness. *Journal of sport rehabilitation*, 18(4), 553-63.
6. Besier, T. F., Lloyd, D. G., & Ackland, T. R. (2003). Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(1), 119-27.
7. Beynnon, B. D., & Shultz, S. J. (2008). Anatomic alignment, menstrual cycle phase, and the risk of anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 43(5), 541-2.
8. Biernat, R., Wołosewicz, M., & Tomaszewski, W. (2007). A protocol of rehabilitation after ACL reconstruction using a hamstring autograft in the first month after surgery--a preliminary report. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja*, 9(2), 178-86.
9. Bizzini, M., Junge, A., Bahr, R., & Dvorak, J. (2009). Female soccer referees selected for the FIFA. *Br J Sports Med.*, 43, 936-42.
10. Casáis Martínez, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Medicina de l'esport*, 157, 30-40.
11. Chandrashekar, N., Slauterbeck, J., & Hashemi, J. (2005). Sex-based differences in the anthropometric characteristics of the anterior cruciate ligament and its relation to intercondylar notch geometry: a cadaveric study. *The American journal of sports medicine*, 33(10), 1492-8.

12. Claes, S., Verdonk, P., Forsyth, R., & Bellemans, J. (2011a). The “ligamentization” process in anterior cruciate ligament reconstruction: what happens to the human graft? A systematic review of the literature. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2476-83.
13. Claes, S., Verdonk, P., Forsyth, R., & Bellemans, J. (2011b). The “ligamentization” process in anterior cruciate ligament reconstruction: what happens to the human graft? A systematic review of the literature. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2476-83.
14. Cowling, E. J., & Steele, J. R. (2001). The effect of upper-limb motion on lower-limb muscle synchrony. Implications for anterior cruciate ligament injury. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 83-A(1), 35-41.
15. Cowling, E. J., Steele, J. R., & McNair, P. J. (2003). Effect of verbal instructions on muscle activity and risk of injury to the anterior cruciate ligament during landing. *British journal of sports medicine*, 37(2), 126-30.
16. DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 477-83.
17. Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical biomechanics*, 18, 662-669.
18. Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2005). *Gray. Anatomía para estudiantes*. Madrid: Elsevier.
19. 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: official journal of the ESSKA*, 15(2), 126-32.
20. Elliot, D. L., Goldberg, L., & Kuehl, K. S. (2010). Young women’s anterior cruciate ligament injuries: an expanded model and prevention paradigm. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(5), 367-76.
21. Fairbank, T. (1948). Knee Joint Changes After Meniscectomy. *J Bone Joint Surg Am.*, 30-B, 664-670.
22. Fawkner, H. J., McMurray, N. E., & Summers, J. J. (1999). Athletic injury and minor life events: a prospective study. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 2(2), 117-24.

23. Feller, J. A., & Webster, K. E. (2003). A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 31(4), 564-73.
24. Ferris, C., Fetchen, S., Freedman, A., Laudner, K., Habu, A., & Lephart, S. (2002). Lower extremity strength and biomechanical adaptations to training in female athletes. *NATA Annual Meeting*.
25. Frontera, W. R., Herring, S. A., Micheli, L. J., & Silver, J. K. (2008). *Medicina deportiva clínica. Tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid: Elsevier.
26. Giove, T. P., Miller, S. J., Kent, B. E., Sanford, T. L., & Garrick, J. G. (1983). Non-operative treatment of the torn anterior cruciate ligament. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 65(2), 184-92.
27. Grant, J. A., & Mohtadi, N. G. H. (2010). Two- to 4-year follow-up to a comparison of home versus physical therapy-supervised rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 38(7), 1389-94.
28. Gray, J., Taunton, J. E., McKenzie, D. C., Clement, D. B., McConkey, J. P., & Davidson, R. G. (1985). A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *International journal of sports medicine*, 6(6), 314-6.
29. Grodski M, M. R. (2008). Exercises following anterior cruciate ligament. *Res Sports Med.*, 16, 75-96.
30. Gröger, A., Mang, A., Burgkart, R., & Gradinger, R. (2010). Individual and function-dependent therapeutic concept for the ruptured anterior cruciate ligament. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 24(2), 85-90.
31. Harmon, K., & Ireland, M. (2000). Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *The Athletic Women*, 2, 287-302.
32. Hawkins, R. J., Misamore, G. W., & Merritt, T. R. (1986). Followup of the acute nonoperated isolated anterior cruciate ligament tear. *The American journal of sports medicine*, 14(3), 205-10.
33. Hertel, J., Dorfman, J., & Braham, R. (2004). Lower Extremity Malalignments and Anterior Cruciate Ligament Injury History. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 220-225.
34. Hewett, T. E. (2000). Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. Strategies for intervention. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(5), 313-27.

35. Hewett, T. E., Zazulak, B. T., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British journal of sports medicine*, 39(6), 347-50.
36. Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.*, 27, 699-706.
37. Higgins, R., Brukner, P., & English, B. (2006). *Essential. Sports Medicine*. Blackwell Publishing.
38. Hobbs, M., Shultz, S., Arnold, B., & Gansneder, B. (2000). Changes in knee joint compliance and maximum displacement across the menstrual cycle. *Journal of athletic training*, 25-37.
39. Hohmann, E., Tetsworth, K., & Bryant, A. (2011). Physiotherapy-guided versus home-based, unsupervised rehabilitation in isolated anterior cruciate injuries following surgical reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 19(7), 1158-67.
40. Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports : Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311-319.
41. Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311-9.
42. Hopper, D. M., Hopper, J. L., & Elliott, B. C. (1995). Do selected kinanthropometric and performance variables predict injuries in female netball players? *Journal of sports sciences*, 13(3), 213-22.
43. Hui, C., Salmon, L. J., Kok, A., Maeno, S., Linklater, J., & Pinczewski, L. A. (2011). Fifteen-year outcome of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft for “isolated” anterior cruciate ligament tear. *The American journal of sports medicine*, 39(1), 89-98.
44. Hume, P. (1993). Netball injuries in New Zealand. *New Zealand Journal of Sports Medicine*, 21, 18-20.
45. Huston, L., MLV, G., & Wojtyts, E. (2000). Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 372, 50-63.
46. Ichiba, A., & Kishimoto, I. (2009). Effects of articular cartilage and meniscus injuries at the time of surgery on osteoarthritic changes after anterior cruciate ligament

- reconstruction in patients under 40 years old. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 129(3), 409-15.
47. Ireland, M. L., Ballantyne, B. T., Little, K., & McClay, I. S. (2001). A radiographic analysis of the relationship between the size and shape of the intercondylar notch and anterior cruciate ligament injury. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 9(4), 200-5.
48. Iversen, M. D., & Friden, C. (2009). Pilot study of female high school basketball players' anterior cruciate ligament injury knowledge, attitudes, and practices. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(4), 595-602.
49. Jansson, K. A., Linko, E., Sandelin, J., & Harilainen, A. (2003). A prospective randomized study of patellar versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 31(1), 12-8.
50. Kapandji, I. A. (1988). *Cuadernos de fisiología articular* (4th ed.). Barcelona: Masson.
51. Kelly, A. K. W. (2008). Anterior cruciate ligament injury prevention. *Current sports medicine reports*, 7(5), 255-62.
52. Khan, M. S., Seon, J. K., & Song, E. K. (2011). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: assessment of tibial plateau anatomic variables on conventional MRI using a new combined method. *International orthopaedics*, 35(8), 1251-6.
53. Kirkendall, D. T., Junge, A., & Dvorak, J. (2010). Prevention of football injuries. *Asian journal of sports medicine*, 1(2), 81-92.
54. Kisner, C., Colby, L. A., (2007). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques* (5th ed.). Philadelphia: F. A. Davis Company.
55. Kobayashi, S., Baba, H., Uchida, K., Negoro, K., Sato, M., Miyazaki, T., Nomura, E., et al. (2006). Microvascular system of anterior cruciate ligament in dogs. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 24(7), 1509-20.
56. Krosshaug, T., Slauterbeck, J. R., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2007). Biomechanical analysis of anterior cruciate ligament injury mechanisms: three-dimensional motion reconstruction from video sequences. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(5), 508-19.
57. LaBella, C. (2009). Knee Injury Prevention Program (KIPP®). Retrieved April 16, 2012, from <http://www.childrensmemorial.org/depts/sportsmedicine/program.aspx>
58. Lephart, S., Ferris, C., Riemann, B., Myers, J., & Fu, F. (2001). Gender differences in neuromuscular patterns and landing strategies. *ACL Research Retreat*.

59. Lim, B.-O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *The American journal of sports medicine*, 37(9), 1728-34.
60. Lloyd, D. G., & Buchanan, T. S. (2001). Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. *Journal of biomechanics*, 34(10), 1257-67.
61. Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 24(2), 91-7.
62. Lysens, R., Steverlynck, A., Auweele, van der, Lefevre, J., Renson, L., Claessens, A., & Ostyn, M. (1984). The Predictability of Sports Injuries. *Sports Medicine*, 1(1), 6-10.
63. Manske, R. C. (2006a). *Postsurgical Orthopedic Sports Rehabilitation. Knee & Shoulder*. St. Louis: Elsevier.
64. Manske, R. C. (2006b). *Postsurgical Orthopedic Sports Rehabilitation. Knee & Shoulder*. St. Louis: Elsevier.
65. Marks, P. H., Droll, K. P., & Cameron-Donaldson, M. (2007). Does ACL Reconstruction Prevent Articular Degeneration? The ACL Risk Equation. *Understanding and Preventing Noncontact ACL Injuries* (1^a ed.). Canada: Human Kinetics.
66. McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., Oakes, B. W., & Watson, L. F. (2001). A prospective study of injuries in basketball: a total profile and comparison by gender and standard of competition. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 4(2), 196-211.
67. McLean, S. G. (2005). The ACL injury enigma: we can't prevent what we don't understand. *Journal of athletic training*, 43(5), 538-40.
68. Medvecky, M. J., Bosco, J., & Sherman, O. H. (2000). Gender disparity of anterior cruciate ligament injury. Etiological theories in the female athlete. *Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.))*, 59(4), 217-26.
69. Meunier, a, Odensten, M., & Good, L. (2007). Long-term results after primary repair or non-surgical treatment of anterior cruciate ligament rupture: a randomized study with a 15-year follow-up. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(3), 230-7.
70. Mihelic, R., Jurdana, H., Jotanovic, Z., Madjarevic, T., & Tudor, A. (2011). Long-term results of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison with non-operative treatment with a follow-up of 17-20 years. *International orthopaedics*, 35(7), 1093-7.

71. Myklebust G, S. K. (2009). Prevention of ACL injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*, 17, 859-79.
72. Márquez Arabia, J. J., & Márquez Arabia, W. H. (2009). Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*, 22(3), 256-271.
73. Möller Nielsen, J., & Hammar, M. (1991). Sports injuries and oral contraceptive use. Is there a relationship? *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 12(3), 152-60.
74. Olsen, O., Myklebust, L., Engebretsen, I., Holme, R., & Bahr, R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13, 299-304.
75. Olsen, O.-E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 330, 449-52.
76. Onate, J., Cortes, N., Welch, C., & Van Lunen, B. L. (2010). Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. *Journal of sport rehabilitation*, 19(1), 41-56.
77. Opstelten, W., & Scholten, R. J. P. M. (2007). Physical diagnostic tests for assessing ruptures of the anterior cruciate ligament. *The Australian journal of physiotherapy*, 53(4), 289.
78. Ozcakil, S., Raif, S. L., Sivrioglu, K., & Kucukcakil, N. (2011). Relationship between radiological severity and clinical and psychological factors in knee osteoarthritis. *Clinical rheumatology*, 30(12), 1521-6.
79. Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) Is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.
80. Pantano, K. J., White, S. C., Gilchrist, L. A., & Leddy, J. (2005). Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 20(9), 966-72.
81. Pastrana, R., de Diego, Á. M., Fernández, V., & García, J. (2007). *Lesiones deportivas: mecanismo, clínica y rehabilitación*. Málaga: Universidad de Málaga, manuales.
82. Pattee, G. A., Fox, J. M., Del Pizzo, W., & Friedman, M. J. (n.d.). Four to ten year followup of unreconstructed anterior cruciate ligament tears. *The American journal of sports medicine*, 17(3), 430-5.

83. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, B. L. (2006). Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am.*, 88, 1769-74.
84. Powers CM, F. B. (2010). Mechanisms underlying ACL injury-preven... [J Athl Train. 2010 Sep-Oct] - PubMed - NCBI. *J Athl Train.*, 45, 513-5.
85. Quatman, C. E., Quatman-Yates, C. C., & Hewett, T. E. (2010a). A “plane” explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 729-46.
86. Quatman, C. E., Quatman-Yates, C. C., & Hewett, T. E. (2010b). A “plane” explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 729-46.
87. Ramos Álvarez, J. J., López-Silvarrey, F. J., Segovia Martínez, J. C., H, M. M., & Legido Arce, J. C. (2008). Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8(29), 62-92.
88. Ramos, J. J., López-Silvarrey, F. J., Segovia, J. C., Legido, J. C., & Arce, J. C. (2008). Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8(29), 62-92.
89. Rizzo, M., Holler, S. B., & Bassett, F. H. (2001). Comparison of males' and females' ratios of anterior-cruciate-ligament width to femoral-intercondylar-notch width: a cadaveric study. *American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)*, 30(8), 660-4.
90. Roe, J., Pinczewski, L. A., Russell, V. J., Salmon, L. J., Kawamata, T., & Chew, M. (2005). A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities. *The American journal of sports medicine*, 33(9), 1337-45. doi:10.1177/0363546504274145
91. Romani, W., Curl, L., & Lovering, R. (2001). Anterior cruciate ligament stiffness at three stages of the menstrual cycle in healthy, active females. *Sports Medicine*.
92. Rozzi, S. L., Lephart, S. M., & Fu, F. H. (1999). Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *Journal of athletic training*, 34(2), 106-14.
93. Sampietro, M. (2007). Rehabilitación de lesiones. Lesiones musculares y de los tendones: concepto y tratamiento.

94. Seon, J. K., Song, E. K., & Park, S. J. (2006). Osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction using a patellar tendon autograft. *International orthopaedics*, 30(2), 94-8.
95. Shamus, E., & Shamus, J. (2001). *Sports Injury. Prevention & Rehabilitation*. New York: McGraw-Hill.
96. Shultz, S., Carcia, C., & Perrin, D. (2004). Knee joint laxity affects muscle activation patterns in the healthy knee. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(4), 475-483.
97. Shultz, S. J., Carcia, C. R., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2006). The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *Journal of athletic training*, 41(3), 251-9.
98. Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Nguyen, A.-D., Chaudhari, A. M., Padua, D. A., McLean, S. G., & Sigward, S. M. (n.d.). ACL Research Retreat V: an update on ACL injury risk and prevention, March 25-27, 2010, Greensboro, NC. *Journal of athletic training*, 45(5), 499-508.
99. Smith, H. C., Johnson, R. J., Shultz, S. J., Tourville, T., Holterman, L. A., Slauterbeck, J., Vacek, P. M., et al. (2012). A Prospective Evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *The American journal of sports medicine*, 40(3), 521-6.
100. Sportsmetrics™ WIPP Exercise Breakdown. (2009).
101. Stergioulas, A., Tripolitsioti, A., Kostopoulos, N., Gavriilidis, A., Baltopoulos, D., & Panagiotis, S. (2007). Amateur basketball injuries. A prospective study among male and female athletes. *Biology of Exercise*, 3, 35-45.
102. Subotnick, S. (1994). *Las lesiones deportivas; Lesiones en el deporte y el ejercicio físico* Steven subotnick. Madrid: Librotec.
103. Swartz, E. E., Decoster, L. C., Russell, P. J., & Croce, R. V. (2005). Effects of Developmental Stage and Sex on Lower Extremity Kinematics and Vertical Ground Reaction Forces During Landing. *Journal of athletic training*, 40(1), 9-14. Swedan, N. (2001). *Women's Sports Medicine and Rehabilitation*. Gaithersburg: Aspen.
104. Tagesson S, Oberg B, Good L, K. J. (2008). A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med.*, 36, 298-307.

105. Taimela, S., Kujala, U. M., & Osterman, K. (1990). Intrinsic risk factors and athletic injuries. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 9(4), 205-15.
106. Thomas, S., Pullagura, M., Robinson, E., Cohen, a, & Banaszkiwicz, P. (2007). The value of magnetic resonance imaging in our current management of ACL and meniscal injuries. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 15(5), 533-6.
107. Toth, A. P., & Cordasco, F. A. (2001). Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. *The journal of gender-specific medicine : JGSM : the official journal of the Partnership for Women's Health at Columbia*, 4(4), 25-34.
108. Vairo, G. L., McBrier, N. M., Miller, S. J., & Buckley, W. E. (2010). Premature knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction dependent on autograft. *Journal of sport rehabilitation*, 19(1), 86-97.
109. Verhagen, E. a L. M., van Stralen, M. M., & van Mechelen, W. (2010a). Behaviour, the key factor for sports injury prevention. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(11), 899-906.
110. Verhagen, E. a L. M., van Stralen, M. M., & van Mechelen, W. (2010b). Behaviour, the key factor for sports injury prevention. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(11), 899-906.
111. WIPP. (n.d.). Retrieved April 16, 2012, from sportsmetrics.org/training-options/wipp
112. Wagemakers, H. P., Luijsterburg, P. a, Boks, S. S., Heintjes, E. M., Berger, M. Y., Verhaar, J. a, Koes, B. W., et al. (2010). Diagnostic accuracy of history taking and physical examination for assessing anterior cruciate ligament lesions of the knee in primary care. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(9), 1452-9. Elsevier Inc.
113. Waldén, M., Hägglund, M., & Ekstrand, J. (2006). High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*, 40, 158-162.
114. Waldén, Markus, Hägglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 19(1), 11-9.
115. Walker, B. (2010a). *La Anatomía de las Lesiones Deportivas*. Barcelona: Paidotribo.

116. Walker, B. (2010b). *La Anatomía de las Lesiones Deportivas*. Barcelona: Paidotribo.
117. Wedderkopp, N., Kalsoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., & Froberg, K. (1997). Injuries in young female players in European team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 7(6), 342-7.
118. Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, Dugas JR, A. J. (2012). Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 42, 153-71.
119. van Grinsven, S., van Cingel, R. E. H., Holla, C. J. M., & van Loon, C. J. M. (2010). Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 18(8), 1128-44.