



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

TRABAJO DE FIN DE GRADO

CRITERIOS PARA LA VUELTA A LA PRÁCTICA
DEPORTIVA TRAS UNA LESIÓN DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR (LCA)

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Alumno: Alberto Martorell García

Tutor académico: Rafael Sabido Solana

Curso académico: 2021 -2022

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN	3
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO).....	6
4. DISCUSIÓN	9
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15



1. CONTEXTUALIZACIÓN

En las últimas décadas, dentro del ámbito deportivo, se han ido mejorando y optimizando los procesos de rehabilitación de los deportistas, con la intención de que tengan la mejor de las recuperaciones posibles y vuelvan a sus deportes y a la competición con la mayor garantía de poder volver a rendir a niveles previos a la lesión y no volver a incurrir en una posible recaída o nueva lesión.

Una de las lesiones que ha tomado cierto protagonismo en los últimos años, es la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla. Esta lesión está considerada de gravedad ya que el deportista precisa de una intervención quirúrgica para revertir la rotura y además por el tiempo que necesita para poder recuperarse para volver a competir. Se observa una tendencia al alza cada año en el número de lesionados en todo el mundo, llegando a cifras de unas 350.000 intervenciones de reconstrucción solamente en Estados Unidos (Sugimoto et al., 2016).

El LCA es un ligamento intraarticular que se inserta, distalmente, en el área prespinal de la cara superior de la extremidad proximal de la tibia para terminar, proximalmente, en la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo. Este ligamento está formado por numerosas fibras que absorben las sollicitaciones de tensión durante el arco de movimiento de la rodilla (Forriol et al., 2008) y su función primaria es prevenir la translación antero tibial y limitar el valgo/varo de rodilla cuando se encuentra la rodilla en total extensión.

La lesión del LCA se puede producir a través de dos mecanismos bien diferenciados: con contacto o sin contacto (Hewett et al., 2011). Las lesiones de LCA producidas por contacto son aquellas que se producen mediante un fuerte traumatismo, ya sea mediante una entrada o un choque, que produce la rotura del ligamento. El segundo, es el mecanismo por el cual se producen la mayoría de roturas en el ámbito deportivo, aproximadamente el 80-90% de las lesiones y que se asocia a deportes de pivotar, saltos, cambios de dirección como el fútbol, baloncesto, balonmano, etc. Esta lesión se produce por la posición de no retorno, en donde el deportista aterriza con la cadera y la rodilla extendida, esta última se encuentra en posición de valgo con una rotación interna de la tibia y el pie en pronación lo que origina la rotura del LCA.

Esta lesión produce en el deportista una pérdida de funcionalidad motora y una gran conmoción psicológica, debido a su larga duración en cuanto a tiempos de recuperación. El procedimiento más usado para revertir esta lesión es una intervención quirúrgica de reconstrucción del ligamento dañado. Esta reconstrucción puede ser de varios tipos, pudiéndose utilizar injertos del propio deportista o diferentes tipos de injertos, como podrían ser los injertos del tendón de los isquiotibiales o los injertos del tendón rotuliano, los cuales actualmente son los más utilizados (Ardernord et al., 2014).

La finalidad de la intervención quirúrgica, aparte de que el deportista pueda volver a competir en su deporte, es evitar futuros problemas debidos a la lesión, como puede ser la aparición de osteoartritis, pérdida de la funcionalidad de la rodilla, pérdida del rango de movimiento, dolor, hinchazón, etc. Posteriormente a esta intervención, el deportista comenzará un proceso de rehabilitación de una duración larga (aproximadamente 7-9 meses), donde el equipo multidisciplinar que tiene el deportista deberá confeccionar una metodología de trabajo con la finalidad, en una primera instancia, de revertir los efectos secundarios de la cirugía, y principalmente, empezar a trabajar para reestablecer el normal funcionamiento de la rodilla operada, restaurando los niveles de fuerza, agilidad y funcionalidad que previamente tenía el deportista.

Junto con el proceso de rehabilitación del afectado, el equipo multidisciplinar debe tomar la decisión, llegado el momento, de cuando el deportista puede volver a entrenar y competir al mismo nivel que lo hacía previamente a la lesión, con las garantías de que está apto para realizarlo en las mejores condiciones físicas y no sufrir ninguna recaída o nueva lesión. Esta

decisión o este momento dentro del proceso de rehabilitación se denomina “*return to sport*” (RTS). El RTS se define como el momento en que el deportista regresa a los entrenamientos o a su deporte al mismo nivel de intensidad y exigencia que tenía previamente a la lesión que lo mantuvo de baja (Arderne et al., 2016).

Para llegar al momento en que el deportista está apto para volver a los entrenamientos y la competición, se utilizan una serie de test y cuestionarios que sirven como criterios objetivo para que se produzca o no el RTS, siendo una decisión tremendamente compleja y difícil de tomar por las múltiples variables que rodean a este tipo de lesión. Dentro de los test y cuestionarios utilizados podemos encontrar diferentes tipos de variables a medir, como son: la fuerza muscular del cuádriceps y los isquiotibiales utilizando máquinas isocinéticas para su medición, la calidad del movimiento del deportista a la hora de ejecutar ciertas acciones utilizando elementos visual como vídeos e imágenes para valorar este criterio, factores psicológicos relacionados con la lesión y cómo afrontarla con la utilización de cuestionarios validados como por ejemplo el International Knee Documentation Committee cuestionario que sirve para medir y evaluar síntomas de la rodilla, función y actividad deportiva.

A día de hoy no existe un consenso firme en materia de qué número y cuáles son los test y cuestionarios más idóneos para determinar si un deportista es o no apto para volver al deporte. Pero bien es cierto, que existe una tendencia general por parte de los investigadores y la mayoría de ellos utilizan en sus estudios test y cuestionarios similares.

El motivo de la realización de este trabajo es conocer el estado de la investigación acerca de establecer cuáles pueden ser los criterios idóneos para facilitar y fijar con seguridad la decisión del RTS a aquellos deportistas que sufrieron una rotura de LCA.

Dicho esto, los objetivos del presente trabajo y revisión bibliográfica son los siguientes:

- Conocer cuáles son los test y cuestionarios más utilizados como criterios en las investigaciones para determinar el apto para el RTS
- Saber qué porcentaje de deportistas consiguen superar estas baterías de test y cuestionarios y cómo repercute este éxito o no en su futuro deportivo inmediato.
- Esclarecer qué objetivos medibles son los más influyentes a la hora de determinar la relación RTS con recaída o nueva lesión en el deportista.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

Para la siguiente revisión bibliográfica se ha realizado una búsqueda por las principales bases de datos relacionadas con las investigaciones científicas, estas bases de datos son: PubMed, Scopus y Google Academic.

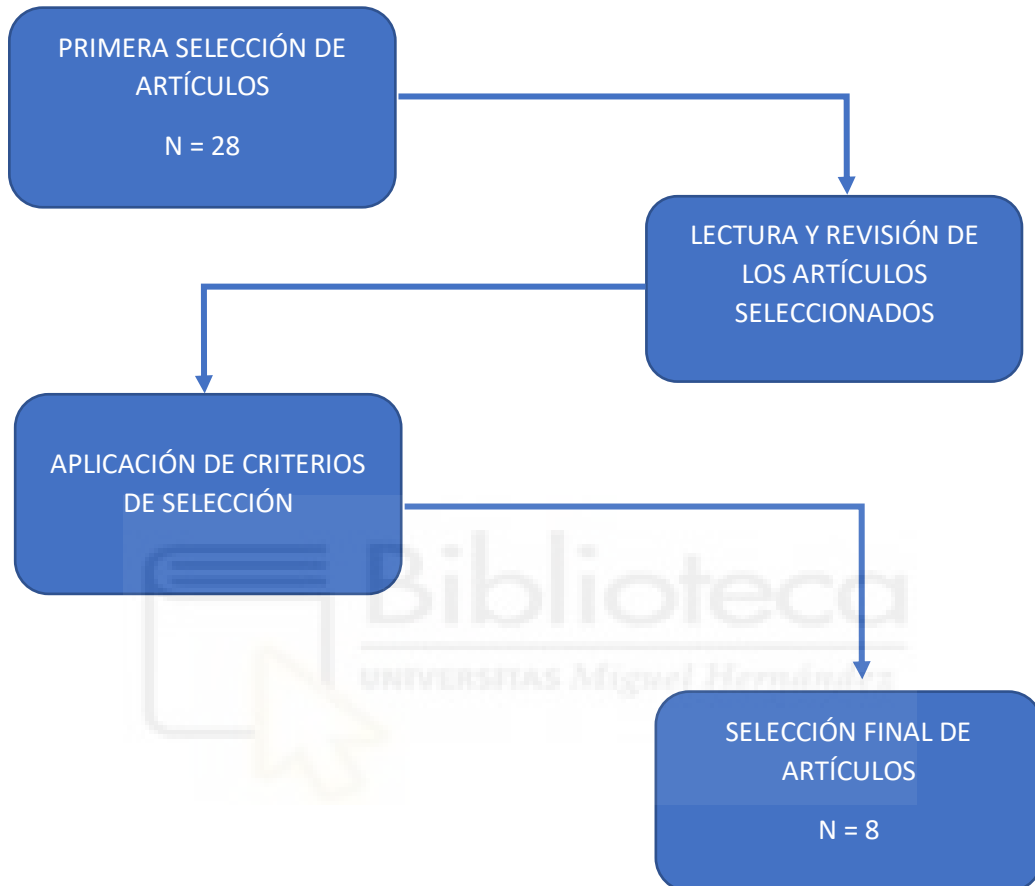
Las palabras claves utilizadas para dicha búsqueda fueron las siguientes: “ACL”, “RTS”, “Criteria”, “return to sports” de donde se realizó una primera selección de 28 artículos.

Tras la búsqueda de la bibliografía y su selección, se procedió a la lectura de cada uno de los artículos, seleccionando aquellos que cumplían los criterios de inclusión y desechando aquellos que no tenían las siguientes características:

- Publicaciones en lengua inglesa
- Limitación del año de publicación a artículos más recientes, en este caso se han considerado los últimos seis años (2016 en adelante)
- Publicaciones con acceso al texto al completo

- Publicaciones que traten el tema que se quiere abordar
- Publicaciones que no fueran revisiones bibliográficas

Finalmente, tras todo el proceso anteriormente descrito, se hizo una selección final de 8 artículos para realizar el procedimiento de revisión bibliográfica del presente trabajo.



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

AUTOR Y AÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESULTADOS
Gokeler, et al. (2016)	28 personas (22 hombres y 6 mujeres), edad 25.4 ± 8.2 años, 6.5 ± 1.0 meses ACLR	Test isocinético 3 hop test (SLH, TLH y SH) Test jump-landing IKDC ACL-RSI	LSI > 90% fuerza cuádriceps e isquiotibiales a 60°/s, 180°/s y 300°/s Fuerza isocinética del cuádriceps normalizada >3.0 Nm/kg H/Q ratio >55% para mujeres y >62.5% para hombres para la pierna lesionada a 300°/s LSI >90% para los hop test LESS <5 para la tarea de aterrizaje IKDC dentro del 15th percentil ACL-RSI >56 puntos	2 sujetos (7,1%) pasaron las 11 pruebas. 60°/s lo pasaron el 39.3% 180°/s lo pasaron el 46.4% 300°/s lo pasaron el 42.9% >3.0 Nm/kg a 60°/s lo pasaron el 35.7% H/Q ratio lo pasaron 4 de 6 mujeres y el 75% de hombres IKDC lo superaron el 85.7% ACL-RSI lo superaron el 75%
Kyritsis, et al. (2016)	158 deportistas masculinos tras ACLR	Test isocinético a 60°/s, 180°/s y 300°/s Running T test 3 hop test (SLH, TLH, TCH)	Déficit <10% del cuádriceps a 60°/s En los hop test un LSI >90% Running T test <11s	De los 158 deportistas, 116 (73%) pasaron todos los test tras su fase de rehabilitación y 42 (27%) no pasaron todos los test
Toole, et al. (2017)	115 deportistas, de las cuales 88 mujeres y 27 hombres. 8.2 ± 2.4 meses ACLR.	Test isocinético de fuerza de cuádriceps e isquiotibiales a 180°/s 4 hop test (SLH, TLH, TCH y 6m-TiH) IKDC	Para los test isocinéticos y los hop test LSI >90% IKDC ≥ 90	Deportistas que pasaron todos los test 13.9%. Solamente IKDC 46.9%

		Tegner activity		
Grindem, et al. (2016)	106 deportistas de deportes de pivoteo	Test isocinético de fuerza del cuádriceps a 60°/s 4 hop test (SLH, TLH, TCH y 6m-TiH) KOS-ADLS GRS	Para el test isocinético y los hop test LSI>90%	55 deportistas no pasaron los criterios de los test de RTS
Wellsdant, et al. (2018)	70 deportistas. (26.6 ± 10 años), 32.9% mujeres y 67.1% hombres. Preoperación (previo al inicio de la terapia preoperatoria y tras la terapia preoperatoria) y 6 meses después de ACLR	Test isocinético fuerza del cuádriceps 4 hop test (SLH, TLH, TCH y 6m-TiH)	LSI para todos los test de >90%	40 (57.1%) consiguieron los niveles propuestos en los test. Solo 20 (28.6%) consiguieron los EPIC levels (mediciones preoperación)
Welling, et al. (2018)	62 deportistas realizaron las pruebas con una media de 6.5±0.7 y 9.5±0.9 meses después de ACLR	Test isocinético 3 hop test (SLH, TLH y SH) Test jump-landing IKDC ACL-RSI	LSI>90% para el test isocinético y los hop test LESS<5 para la tarea de aterrizaje IKDC dentro del 15th percentil ACL-RSI>56 puntos	A los 6 meses solamente 2 (3.2%) deportistas cumplieron todos los criterios. Mientras que a los 9 meses se incrementó a 7 (11.3%). 29 deportistas (46.8%) no consiguieron pasar el test de 60°/s a los 9 meses.
Graziano, et al. (2017)	42 adolescentes (12 años de media, rango de 10-15 años)	Cuantitativo: KT-1000 Test isocinético de fuerza SLH test IKDC Lysholm score	No se presentan valores de referencia en cada uno de los test	KT-1000 diferencia de 1.1±0.6mm Déficit de 8.3%±6.8% en el torque en extensión y de 11.3%±8.2% en el torque de flexión a 180°/s LSI de 93% en el hop test

		Modified Marx Activity Rating Scale (SSMMARS) QMA		IKDC 93.1±7.2 puntos Lysholm 97.6±4.5 SSMMARS 23.2±8.3 Resultados del QMA variados
Webster, et al. (2020)	450 deportistas. 176 mujeres y 274 hombres (24±7 años). Evaluación (6.5±0.6 meses tras ACLR)	IKDC ACL-RSI Test isocinético de fuerza del cuádriceps a 60°/s y 180°/s SLH Triple crossover hop	LSI para test isocinético y hop test ≥90 IKDC ≥85 ACL-RSI 65	17 (3.8%) completaron con éxito todos los test, 95 (21%) ninguno de ellos. 38% completaron con éxito al menos 3 test. Los deportistas menores de 21 años tuvieron mayor rango de éxito en los test que los mayores de 21 años.

LEYENDA TABLA DE ARTÍCULOS

ACLR = reconstrucción de ligamento cruzado anterior, ACL = ligamento cruzado anterior, SLH =single leg hop, TLH= triple leg hop, SH = side hop, IKDC = International Knee Documentation Committee, ACL-RSI = ACL- return to sport after injury, LSI = Limb Symmetry Index, H/Q = hamstring/quadriceps, RTS = return to sports, TCH = triple crossover hop, KOS-ADLS = Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale, GRS = Global Rating Scale, QMA = Quality Movement Assessment

4. DISCUSIÓN

Tradicionalmente, la única variable que se tenía en cuenta a la hora de dar el apto, es decir, dar el visto bueno para que un deportista pudiera volver a competir en su deporte, era el tiempo, factor que se ha puesto en entredicho en la literatura más reciente (Grindem et al., 2016). La decisión de vuelta al deporte (RTS) tras la lesión de ligamento cruzado, se ha convertido en una situación complicada y con tremenda dificultad para los profesionales de la salud, debido a la complejidad que esconden las múltiples variables que pueden afectar al deportista en su vuelta a la competición y con ello el riesgo de volver a reincidir en la misma lesión o cualquier otra lesión asociada (Wiggins et al., 2016). Por ello, los artículos incluidos en esta revisión utilizan una selección de pruebas, test y cuestionarios para conseguir que el deportista este en las condiciones óptimas para el RTS. De esta selección, destacamos como los más utilizados, los test en máquina isocinética para medir los niveles de fuerza de los cuádriceps e isquiotibiales, los hop test y cuestionarios de autoevaluación y percepción de la función de la rodilla como el IKDC y ACL-RSI. Todos ellos han utilizado como criterios de evaluación para los test de fuerza y funcionales el Limb Symmetry Index con valores que no sobrepasen el 10% de diferencia entre ambas piernas y para los cuestionarios que evalúan los aspectos psicológicos, en el caso del International Knee Documentation Committee encontrarse en el 15° percentil y en el del ACL- return to sport after injury obtener más de 56 puntos.

Los trabajos de investigación mencionados en esta revisión arrojan una serie de resultados que desmontan la tendencia tradicional que se tenía a la hora de determinar el RTS, que era utilizando la variable del tiempo, es decir, el deportista estaba apto cuando pasaba un determinado tiempo, alrededor de 6-7 meses, entre la reconstrucción del LCA y su vuelta a los entrenamientos y competiciones. Tras analizar los resultados de los grupos de Gokeler et al., (2016) y Welling et al., (2018), los cuales obtuvieron en sus trabajos de investigación porcentajes muy bajos de deportistas que consiguen el apto para el RTS en todas las pruebas y cuestionarios utilizados tras 6 meses después de la reconstrucción del LCA, se cuestiona la idea tradicional que existía hasta el momento en la que el deportista reunía las condiciones necesarias para poder volver a su deporte tras este periodo de tiempo. Todo esto se ve reafirmado con el trabajo de Webster et al., (2020) donde los deportistas que pasan los test y cuestionarios en una media de 6,5 meses obtienen cifras similares de aptos en todas las pruebas que los trabajos anteriormente mencionados (Gokeler et al., 2016; Welling et al., 2018). De igual manera, con el objetivo de profundizar más en sus resultados, el grupo de Welling et al., (2018) vuelve a realizar otra medición a los mismos deportistas a los 9 meses de la reconstrucción del LCA, obteniendo unos resultados de aptos mayores que a los 6 meses. Esto nos hace ver que el periodo de maduración y recuperación del deportista influye a la hora de determinar el RTS, ya que cuanto mayor lapso de tiempo existe entre la operación y la evaluación del sujeto, mejores resultados se obtienen. Siguiendo la línea del trabajo anterior (Welling et al., 2018), se encuentra el grupo de Toole et al., (2017), los cuáles realizaron la evaluación a los 8,2 meses tras la intervención quirúrgica y obtuvieron unas cifras similares en cuanto a deportistas que tienen éxito en todas las pruebas planteadas.

Por otro lado, centrándonos en el proceso de evaluación para el RTS, encontramos que de manera tradicional se evaluaba al deportista desde una perspectiva clínica, focalizándose en aspectos médicos relacionados con aquellos déficits que pueda presentar la rodilla (hinchazón, dolor, rango de movimiento, laxitud articular...). Sin embargo, como hemos descrito en la presente revisión, en la literatura más contemporánea los equipos de investigación han desarrollado unas baterías de test y cuestionarios con la finalidad de realizar una evaluación más funcional y real del estado del deportista de cara al RTS (Parsons et al., 2011). Aunque algunos equipos de investigación utilizan diferentes test o pruebas en sus estudios, lo más utilizados por todos serían: medición en máquina isocinética de la fuerza muscular del miembro afectado, los

hop test, cuestionarios de autopercepción de aspectos más psicológicos como el cuestionario del International Knee Documentation Committee y el cuestionario ACL- return to sport after injury.

La medición de la fuerza muscular del cuádriceps y los isquiotibiales, es una de las mediciones más utilizadas por los equipos de investigación. En ella, mediante el uso de una máquina isocinética los investigadores miden los picos de torque alcanzados por los sujetos, realizadas a diferentes velocidades angulares. El objetivo de esta prueba es encontrar deficiencias de simetría entre los músculos mencionados anteriormente, entre la pierna involucrada y no la involucrada, siendo el único criterio de evaluación usado el Limb Symmetry Index > 90%, es decir, que los valores entre ambas piernas no pueden presentar un déficit mayor del 10%. Como podemos observar todos los equipos de investigación incluidos en esta revisión utilizan este tipo de prueba, variando únicamente que algunos realizan mediciones a distintas velocidades angulares (Kyritsis et al., 2016) y otros simplemente utilizan solo una (Toole et al., 2017), sin embargo, la utilización de diferentes velocidades angulares no influye a la hora de conseguir más aptos. Su utilización generalizada es debido a que el equilibrio muscular entre el cuádriceps y los isquiotibiales puede ser un factor determinante para, en el futuro, no presentar nuevas rupturas como concluyen Grindem et al., (2016), Kyritsis et al., (2016) y Toole et al., (2017).

A nivel funcional, la tendencia de los equipos de investigación ha sido el utilizar los diferentes hop test que existen (Noyes et al., 1991) para medir el desequilibrio entre el miembro afectado y no afectado, utilizando como criterio de evaluación también el Limb Symmetry Index > 90%. La utilización de estos hop test, persigue el objetivo de que el deportista se enfrente a unas pruebas donde tiene que alcanzar velocidades altas en diferentes direcciones y puede asemejarse a situaciones que posteriormente en su deporte pueden ocurrir. Los investigadores han usado diferentes protocolos en relación al número de pruebas hop test seleccionadas, sin embargo, no se han observado diferencias significativas en el número de aptos que han conseguido superar todos los test y cuestionarios, concluyendo que la elección o selección de unos determinados hop test u otros no influye en conseguir valores más altos de aptos en el RTS.

Centrándonos finalmente en el aspecto psicológico, la utilización de cuestionarios por parte de los equipos de investigación busca conocer el estado y el autoconcepto que el deportista tiene sobre su lesión, sobre su capacidad y futuro deportivo. Tradicionalmente la recuperación de la lesión de LCA se ha centrado en aspectos físicos, pero en la literatura más actual se ha demostrado que es muy importante también la recuperación psicológica para lograr un satisfactorio RTS (Arden et al., 2015). Por este motivo, los equipos de investigación presentados en esta revisión hacen uso de dos cuestionarios validados que recogen estos aspectos que se quieren conocer del deportista. Los cuestionarios son el presentado por el International Knee Documentation Committee y el cuestionario ACL- return to sport after injury. Siendo el criterio del primero, encontrarse dentro del 15° percentil y del segundo conseguir una puntuación mayor de 56 puntos. Conseguir buenos resultados en estos cuestionarios resulta interesante, el equipo de Webster et al., (2020) han encontrado resultados significativos que los correlacionan con la vuelta a competir en su deporte, lo cual esclarece que un buen equilibrio físico y psicológico resulta vital para conseguir un exitoso RTS.

Además de lo comentado anteriormente acerca de que los grupos utilizan unas determinadas pruebas de evaluación para determinar el RTS, podemos destacar a dos autores incluidos en la presente revisión, que aportaron un enfoque diferente en cuanto a la evaluación del deportista y su vuelta al deporte. Estos grupos de trabajo son los de Wellsdant et al., (2017) y Graziano et al., (2017). En el caso del primero grupo, aportan una nueva medida de referencia a la hora de evaluar, ya que la medición o referencia más utilizada en todos los trabajos es el Limb Symmetry Index (comparar los niveles de la pierna involucrada con la pierna no

involucrada). Wellsdant et al., (2017) utiliza los datos recogidos previamente a empezar el proceso de rehabilitación de la pierna no involucrada y no al final del proceso de rehabilitación, previo a la vuelta al deporte, como hacen en la mayoría de los trabajos. Según este grupo de investigación, estos datos llamados EPIC levels, son más sensibles a la hora de predecir una segunda lesión de LCA. La segunda de las novedades a destacar es la introducida por el grupo de Graziano et al., (2017) donde aparte de las medidas cuantitativas para evaluar al deportista, han añadido al proceso de evaluación las medidas cualitativas. A través del QMA (Quality Movement Assessment), llevado a cabo a través de la realización de diferentes tareas globales y analíticas que se dan en la mayoría de deportes, nos aportan informaciones relativas a la calidad de movimientos por parte de los deportistas, ya que en los otros trabajos donde solo se obtienen medidas cuantitativas, sostienen que se pierde gran información de deficiencias en los movimientos de los deportistas y utilizando este QMA se mejora la capacidad de tomar la decisión del RTS al tener más y mejores criterios.

Para concluir, podemos observar en todos los grupos de trabajo la enorme dificultad que posee la decisión del RTS, debido a su complejidad y variedad que existe en cada uno de los deportistas, ya sea en factores modificables o en factores no modificables. Todo esto implica que los equipos multidisciplinares deben realizar esfuerzos conjuntos en este campo y seguir indagando a través de nuevas investigaciones, donde se puedan desarrollar un conjunto de evaluaciones validadas que abarquen todos aquellos elementos que influyan en el deportista pudiendo ser modificadas para conseguir que vuelva con total garantías, éxito y nivel a su deporte.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Gracias a este trabajo de revisión podemos destacar aquellos aspectos más relevantes que nos ofrecen los estudios analizados en el presente documento y que nos permiten esclarecer cuales son aquellas variables que nos pueden permitir realizar de manera correcta la toma de decisión para el RTS.

Primeramente, debemos de ser pacientes con nuestros deportistas y no apresurar ni intentar acortar los tiempos de cada etapa en la que se divide el proceso de rehabilitación tras la intervención de la rotura del ligamento cruzado. Los datos resumidos en este trabajo exponen que la gran mayoría de deportistas que se evalúan con celeridad (a los 6 meses) no resultan aptos para el RTS, abocando a estos deportistas al fracaso si vuelven a su deporte, en cuanto aumento de incidencia de una nueva lesión en el mismo miembro o una lesión subyacente en la misma articulación. Por ello, podemos concluir que retrasar la evaluación y decisión más allá del noveno mes de rehabilitación nos va a proporcionar mayor éxito en cuanto a número de deportistas aptos en las pruebas de evaluación para el RTS.

Otro elemento que destacar, son los datos significativos que relacionan los buenos niveles de fuerza en los cuádriceps e isquiotibiales del miembro afectado, cuando se realiza su evaluación, con la menor incidencia en cuanto a nuevas recaídas y lesiones y al mantenimiento del nivel deportivo que previamente el deportista tenía a la lesión. Por ello, también podemos concluir que los equipos de trabajo, en sus futuros modelos, abarquen tanto datos cuantitativos como cualitativos, ya que estos últimos nos pueden aportar interesantes datos que nos pueden permitir observar si existen deficiencias a la hora de realizar movimientos globales o analíticos específicos, que se desarrollan en los deportes que practican para así concluir si son de calidad y que el deportista no requiere de un reprogramación de su planificación en la rehabilitación

A su vez, debemos tener en cuenta los momentos y situaciones en las que debemos realizar mediciones a nuestros deportistas. Evaluar al deportista para el RTS en la fase final de la rehabilitación previo a su vuelta al deporte, puede llevarnos a una equivocada decisión. Los datos comparativos obtenidos entre el miembro afectado y el no afectado (Limb Symmetry

Index) pueden cumplir los estándares establecidos en los que los datos deben ser iguales o mayores al 90%, sin embargo, en muchos protocolos y modelos de rehabilitación se hace total hincapié solo en el miembro afectado, dejando así de lado al no afectado, lo que origina un déficit en cuanto a nivel físico y funcional, desvirtuando así un poco los datos obtenidos en las mediciones anteriormente mencionadas. Es por ello, que sería interesante realizar mediciones a los deportistas en las etapas de pretemporada, para así obtener datos de referencia en plenitud física y funcional, para que, si se diera el caso de una lesión de alguno de ellos, poder utilizarlos para otorgar el apto para el RTS.

Con todo ello, desde nuestra perspectiva como profesionales de la salud, debemos de poner en valor este proceso de evaluación necesario para el deportista en este tipo de lesión tan grave y que puede originar consecuencias secundarias a medio y largo plazo. Ya que volver al deporte sin conseguir el apto en las pruebas de evaluación realizadas puede suponer, como se ha observado en varios estudios, que el riesgo de recaída sea cuatro veces mayor en estos deportistas no aptos que en los que si consiguen pasar los test y cuestionarios.

Para finalizar, se debe seguir abordando, mediante futuros estudios, esta línea de investigación, con el fin de poder desarrollar modelos que abarquen todas aquellas variables que influyen en el deportista y que, con su evaluación, permitan a los grupos de trabajo multidisciplinar optimizar el proceso con el que el deportista vuelve a practicar su deporte, es decir, garantizar al deportista que puede volver con éxito al nivel deportivo previo a lesión aminorando la incidencia de una posible recaída o lesión subyacente a la rotura de ligamento cruzado anterior.

Para concluir esta revisión, se va a proceder al desarrollo de la propuesta de intervención, que consiste en la estructuración de una batería de varios test y cuestionarios con el objetivo de evaluar niveles de fuerza, funcionalidad, factores psicológicos y calidad del movimiento.

El momento elegido para realizar esta batería sería entre el noveno y décimo mes tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, ya que en este periodo el deportista puede tener mayor probabilidad de éxito a la hora de superar las pruebas que en periodos anteriores, dato que está apoyado por los resultados obtenidos por el grupo de Welling et al., (2018). Este periodo es en donde el deportista ya se encuentra en una fase de aproximación al nivel deportivo previo a la lesión y es por ello por lo que está en mejores condiciones físicas y psicológicas para llevar a cabo esta evaluación.

En cuanto a los test y cuestionarios elegidos, han sido aquellos que más se han utilizado en los estudios recogidos en esta revisión, y que abarcan los diferentes campos que queremos determinar si son aptos para que el deportista pueda volver a su deporte, por ello estos test y cuestionarios abarcaran cuestiones físicas, funcionales y psicológicas.

En cuanto al aspecto físico, la manera de determinar el apto del deportista para el RTS será mediante mediciones de la fuerza de los cuádriceps e isquiotibiales a través de un test de fuerza isocinética en máquina isocinética. Se realizarán 10 contracciones concéntricas máximas en la flexión y extensión de la rodilla del miembro afectado y otras 10 del miembro no afectado a velocidades de 60°/s, 180°/s y 300°/s utilizando como valores de referencia el LSI que debe ser $\geq 90\%$ del pico de torque obtenido en las contracciones.

También se realizará una batería de test de salto que son el single leg hop test for distance, el triple hop test for distance y el triple crossover hop test, como valores de referencia para determinar el apto, se utilizará el LSI que debe de ser $\geq 90\%$ entre los dos miembros evaluados. A continuación, se detalla la explicación de cada prueba:

- Single leg hop for distance (SLH): medición de la distancia conseguida tras un salto a una sola pierna.

- Triple leg hop for distance (TLH): medición de la distancia conseguida tras realizar tres saltos seguidos a una sola pierna.
- Triple crossover hop test (TCH): medición de la distancia conseguida tras la ejecución de tres saltos consecutivos, pero en dirección cruzada.

Para la medición de la calidad del movimiento, se realizarán determinadas tareas que serán grabadas para posteriormente observar si existen déficits en el deportista. Estas tareas serán: squat, single leg squat, recepción salto con ambas piernas y recepción salto con una pierna

Para finalizar, los factores psicológicos se medirán a través de dos cuestionarios: International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC) y el Anterior Cruciate Ligament- Return to Sport after Injury Scale (ACL-RSI) teniendo como valores de referencia para el apto, en el caso del IKDC que estén dentro del 15º percentil y en el de ACL-RSI que tengan más de 56 puntos.

Para otorgar el apto al sujeto para el RTS, deberá cumplir todos los criterios de evaluación descritos en las pruebas seleccionadas en esta propuesta de intervención.

A continuación, se expone una tabla resumen del proceso de evaluación del RTS:



PRUEBA	DESARROLLO	EVALUACIÓN
HOP TEST: <ul style="list-style-type: none"> • SLH • TLH • TCH 	2 intentos por cada miembro. Control y calidad del salto	LSI \geq 90%, medición de la distancia conseguida Media de los dos intentos ((Media miembro operado/ Media miembro no operado) x 100%)
TEST ISOCINÉTICO <ul style="list-style-type: none"> • 60°/s • 180°/s • 300°/s 	Miembro no afectado primero en evaluarse 10 contracción concéntricas máximas en flexión y extensión Sujeto en postura correcta y bien anclado	LSI \geq 90% El pico de torque se expresa en LSI
CALIDAD DEL MOVIMIENTO <ul style="list-style-type: none"> • Squat • Single leg Squat • Recepción salto ambas piernas • Recepción salto una sola pierna 	Squat: realización de 10 repeticiones seguidas Single leg squat: realización de 3 repeticiones teniendo en extensión la otra pierna Recepción salto ambas piernas: 3 saltos desde cajón 30cm Recepción salto una pierna: 3 saltos con ambas piernas desde cajón de 30cm	Utilización de videocámaras en planos frontal y sagital para detectar el patrón de movimiento que realiza el sujeto
CUESTIONARIOS <ul style="list-style-type: none"> • IKDC • ACL-RSI 	Realización tras las pruebas físicas	En el IKDC el sujeto debe de encontrarse en el 15° percentil para conseguir el apto En el ACL-RSI debe conseguir más de 56 puntos

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andernord D, Westin O, Karlsson J, Samuelsson K. (2014). ACL graft selection and fixation anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. Doral MN, Karlsson J, eds. *Sports Injuries*.

Ardern, C. L. (2015). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction—Not Exactly a One-Way Ticket Back to the Preinjury Level. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(3), 224–230. <https://doi.org/10.1177/1941738115578131>

Ardern, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., Gojanovic, B., Griffin, S., Khan, K. M., Moksnes, H., Mutch, S. A., Phillips, N., Reurink, G., Sadler, R., Grävare Silbernagel, K., Thorborg, K., Wangensteen, A., Wilk, K. E., & Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853–864.

Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1543–1552.

Feucht, M. J., Cotic, M., Saier, T., Minzlaff, P., Plath, J. E., Imhoff, A. B., & Hinterwimmer, S. (2014). Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(1), 201–207. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3364-z>

Forriol, F., Maestro, A., Vaquero Martín, J. (2008) El ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Revista Trauma*, Vol.19 Suplemento 1.

Gokeler, A., Welling, W., Zaffagnini, S., Seil, R., & Padua, D. (2016). Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(1), 192–199.

Graziano, J., Chiaia, T., de Mille, P., Nawabi, D. H., Green, D. W., & Cordasco, F. A. (2017). Return to Sport for Skeletally Immature Athletes After ACL Reconstruction: Preventing a Second Injury Using a Quality of Movement Assessment and Quantitative Measures to Address Modifiable Risk Factors. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(4).

Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L., & Risberg, M. A. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 804–808.

Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2011). The Mechanistic Connection Between the Trunk, Hip, Knee, and Anterior Cruciate Ligament Injury. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 39(4), 161–166.

Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R., & Witvrouw, E. (2016). Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(15), 946–951.

Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 513–518. <https://doi.org/10.1177/036354659101900518>

Parsons, J. T., & Snyder, A. R. (2011). Health-Related Quality of Life as a Primary Clinical Outcome in Sport Rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20(1), 17–36. <https://doi.org/10.1123/jsr.20.1.17>

Sugimoto, D., LeBlanc, J. C., Wooley, S. E., Micheli, L. J., & Kramer, D. E. (2016). The Effectiveness of a Functional Knee Brace on Joint-Position Sense in Anterior Cruciate Ligament–Reconstructed Individuals. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(2), 190–194.

Toole, A. R., Ithurburn, M. P., Rauh, M. J., Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Schmitt, L. C. (2017). Young Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Cleared for Sports Participation: How Many Actually Meet Recommended Return-to-Sport Criteria Cutoffs? *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1–27.

Webster, K. E., & Feller, J. A. (2020). Who Passes Return-to-Sport Tests, and Which Tests Are Most Strongly Associated With Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(12).

Welling, W., Benjaminse, A., Seil, R., Lemmink, K., Zaffagnini, S., & Gokeler, A. (2018). Low rates of patients meeting return to sport criteria 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective longitudinal study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(12), 3636–3644.

Wellsandt, E., Failla, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2017). Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(5), 334–338.

Wiggins, A. J., Grandhi, R. K., Schneider, D. K., Stanfield, D., Webster, K. E., & Myer, G. D. (2016). Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(7), 1861–1876. <https://doi.org/10.1177/0363546515621554>