

Aizawa et al.

BMC Ciencias del Deporte, Medicina y Rehabilitación (2022) 14:97  
https://doi.org/10.1186/s13102-022-00491-5BMC Sports Science,  
Medicine and Rehabilitation

## INVESTIGACIÓN

Acceso abierto



# Estudio transversal sobre las relaciones entre la función física y la preparación psicológica para volver al deporte después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior

Junya Aizawa<sup>1,2\*</sup>, Kenji Hirohata<sup>3</sup>, Shunsuke Ohji<sup>3</sup>, Takehiro Ohmi<sup>3</sup>, Sho Mitomo<sup>3</sup>, Hideyuki Koga<sup>4</sup> y Kazuyoshi Yagishita<sup>3</sup>

## Abstracto

**Antecedentes:** Se necesita información sobre factores específicos de la función física que contribuyen a la preparación psicológica para planificar la rehabilitación para el regreso a los deportes. El propósito de este estudio fue identificar funciones físicas específicas relacionadas con la preparación psicológica de los pacientes que desean regresar a los deportes 6 meses después de la reconstrucción. Planteamos la hipótesis de que la fuerza de la rodilla es un factor relacionado con la puntuación de corte de la escala de regreso al deporte después de una lesión del ligamento cruzado anterior (ACL-RSI) para el regreso a los deportes.

**Métodos:** Este fue un estudio transversal. En este estudio participaron cincuenta y cuatro pacientes que se habían sometido a reconstrucción primaria utilizando el tendón de la corva. La preparación psicológica se midió utilizando el ACL-RSI en pacientes 6 meses después de la reconstrucción. Para identificar funciones físicas específicas relacionadas con la puntuación ACL-RSI, los participantes se dividieron en grupos con puntuaciones ACL-RSI de  $\geq 60$  o  $<60$ . Se realizaron pruebas t no pareadas o la prueba de Mann-Whitney para analizar las diferencias grupales en variables objetivas de la función física: (1) fuerza de la rodilla en ambas piernas; (2) distancia de alcance anterior de la pierna en ambos lados; y (3) distancias de salto con una sola pierna (SLH) en tres direcciones para ambas piernas.

**Resultados:** Se identificaron diferencias significativas entre los grupos en la fuerza de flexión de la rodilla ( $60^\circ/s$ ) para la extremidad no afectada, la relación entre isquiotibiales y cuádriceps ( $60^\circ/s$ ) para la extremidad no afectada, fuerza de flexión de la rodilla ( $180^\circ/s$ ) para la la extremidad involucrada, el índice de simetría de la extremidad (LSI) de la distancia de alcance anterior de la pierna, la relación entre la distancia y la altura del paciente y el LSI de las distancias SLH en direcciones lateral y medial.

**Conclusión:** Este estudio reveló que 6 meses después de la reconstrucción, el aumento de la fuerza de flexión de la rodilla (relación entre el torque máximo medido y la masa corporal del paciente), la relación entre los isquiotibiales y los cuádriceps, la distancia de alcance anterior de la pierna LSI y el SLH lateral y medial parecen importantes. exceder el límite ACL-RSI para regresar a los deportes. Los resultados actuales pueden ser útiles para planificar la rehabilitación posoperatoria para el regreso a largo plazo a los deportes después de la reconstrucción.

**Palabras clave:** ACL-RSI, fuerza de rodilla, alcance anterior de pierna, salto con una sola pierna

## Fondo

Muchos pacientes que sufren daños en el ligamento cruzado anterior (LCA) se someten a una reconstrucción. Después de la reconstrucción del LCA, estos individuos requieren rehabilitación a largo plazo para mejorar la función física y regresar al deporte que practicaban antes de la lesión del LCA [15, 30].

\*Correspondencia: j.aizawa.ue@juntendo.ac.jp

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Juntendo Universidad, 3-2-12 Hongo, Bunkyo-ku, Tokio 113-0033, Japón  
La lista completa de información del autor está disponible al final del artículo.



© El Autor(es) 2022. Acceso Abierto Este artículo está bajo una Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0, que permite el uso, compartir, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se dé el crédito apropiado al original. autor(es) y la fuente, proporcione un enlace a la licencia Creative Commons e indique si se realizaron cambios. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en una línea de crédito al material. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons del artículo y su uso previsto no está permitido por la normativa legal o excede el uso permitido, deberá obtener permiso directamente del titular de los derechos de autor. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. La exención de dedicación de dominio público de Creative Commons (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) se aplica a los datos puestos a disposición en este artículo, a menos que se indique lo contrario en una línea de crédito a los datos.

Sin embargo, sólo entre el 44% y el 63% de los pacientes pueden volver a practicar su deporte [6], y alrededor del 17% de los atletas de élite no pueden regresar a su deporte [30].

Las emociones, la confianza y la evaluación de riesgos, en combinación que representan la preparación psicológica, contribuyen a la capacidad de volver al deporte después de la reconstrucción [61, 62]. Se desarrolló una escala de ligamento cruzado anterior: regreso al deporte después de una lesión (ACL-RSI) para cuantificar el estado de preparación psicológica durante la recuperación después de una lesión y la reconstrucción [22, 62]. La puntuación ACL-RSI de un paciente después de la reconstrucción está relacionada con si el individuo puede regresar a su deporte [5, 32, 53, 62, 63]. Las puntuaciones más bajas del ACL-RSI se han asociado con la aparición de lesiones secundarias después de la reconstrucción del LCA [38, 39]. En los últimos años, comprender los factores detrás de los resultados a largo plazo posteriores a la reconstrucción se ha considerado cada vez más una parte importante para mitigar los impactos sociales del daño del LCA [16, 54]. Sad-eqi et al. [53] realizaron un análisis multivariado de 681 pacientes post-reconstrucción con resultados de retorno o no retorno al mismo deporte previo a la lesión 2 años después de la cirugía. Sólo se incluyó la puntuación ACL-RSI a los 6 meses en el modelo final, y una puntuación ACL-RSI  $\geq 60$  sobre 100 en el seguimiento a los 6 meses fue el predictor más influyente de un regreso al deporte previo a la lesión a partir del Seguimiento de 2 años [53]. En los últimos años, se ha recomendado la inclusión de la puntuación ACL-RSI en los criterios para el regreso al deporte [2–4, 14, 46, 53, 61].

Se necesita información sobre factores específicos de la función física que contribuyen a la preparación psicológica para planificar la rehabilitación para regresar a los deportes. Dos estudios anteriores han revelado factores de preparación psicológica a partir de variables objetivas de la función física [1, 64].

La puntuación ACL-RSI de los atletas que aspiraban a regresar a un deporte 6 meses después de la reconstrucción se vio afectada por la simetría de la distancia del salto lateral con una sola pierna (SLH) [1]. En ese estudio, la fuerza de extensión y flexión de la rodilla, la distancia de alcance anterior de la pierna y las distancias SLH en direcciones anterior y medial se incluyeron como variables independientes. Sin embargo, todas las variables se analizaron como el índice de simetría de la extremidad (LSI), obtenido dividiendo el valor de la extremidad quirúrgica (involucrada) por el de la extremidad no quirúrgica (no afectada) y multiplicando por 100 [1]. En un estudio previo de pacientes 12 meses después de la reconstrucción, un mayor LSI de la distancia SLH anterior tuvo efectos positivos en la puntuación ACL-RSI [64]. En el estudio anterior, sólo se analizó el LSI de la distancia SLH anterior como variable independiente de la función física [64].

Dado que la función de la extremidad no afectada se reduce después de la reconstrucción, si se utiliza el LSI como índice de recuperación funcional, la fuerza de la rodilla y la distancia SLH de la extremidad afectada pueden sobreestimarse [65]. La relación de peso, no el LSI de la fuerza de extensión de la rodilla, ha sido

reportado como un factor que obstaculiza el regreso a los deportes después de la reconstrucción [33]. Por lo tanto, cuando la relación entre el torque máximo de la rodilla y la masa corporal del paciente se incluye entre las variables independientes, los resultados de las relaciones pueden diferir de los de estudios previos [1, 64].

El propósito de este estudio fue identificar funciones físicas específicas relacionadas con la preparación psicológica de los pacientes que desean regresar a los deportes 6 meses después de la reconstrucción. Se analizaron como variables independientes las funciones físicas estandarizadas a la masa corporal, la altura y la longitud de las extremidades inferiores. Nuestra hipótesis es que la relación peso-fuerza de la rodilla es un factor relacionado con el límite ACL-RSI para el regreso a los deportes.

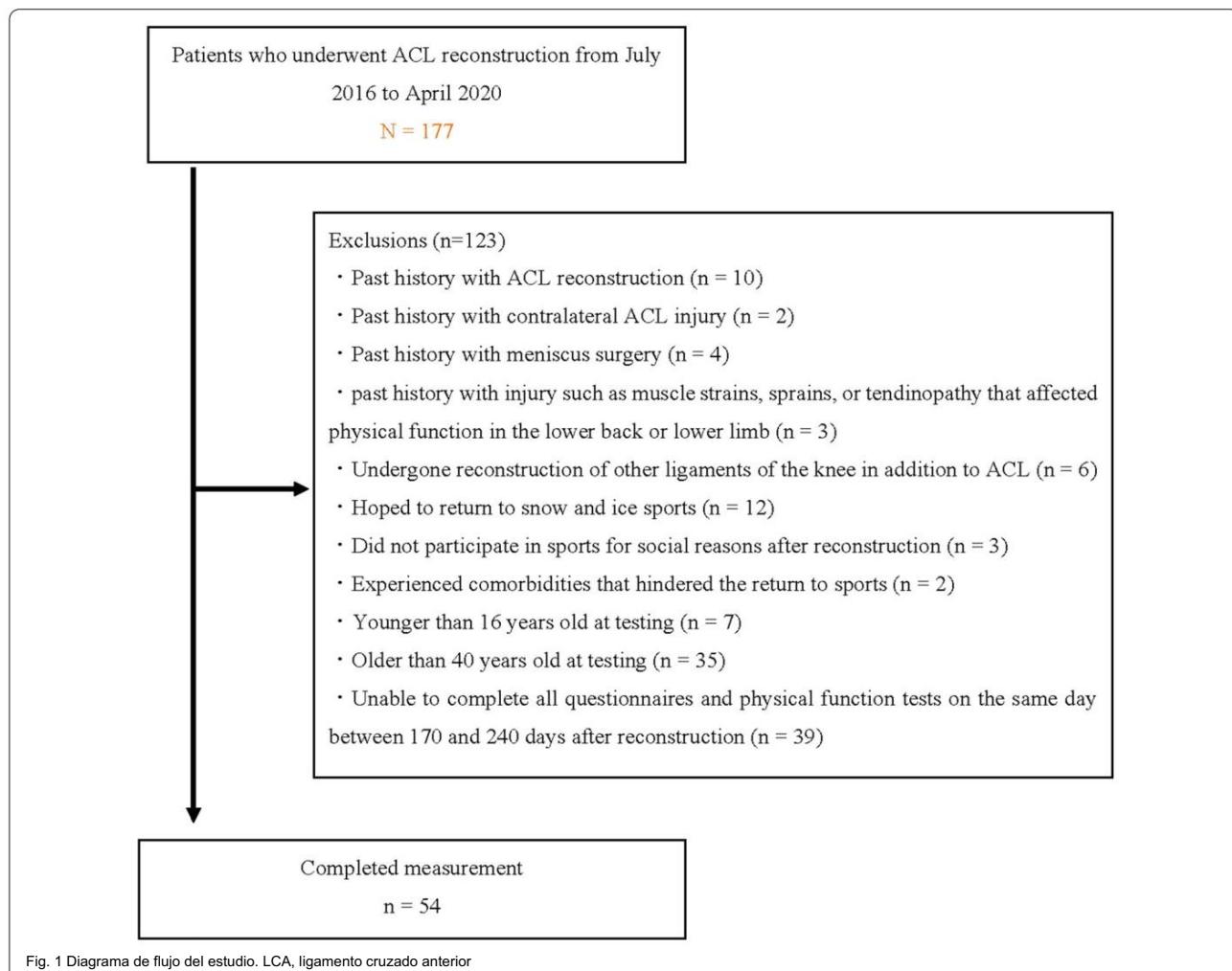
## Métodos

### Participantes

Desde julio de 2016 hasta finales de abril de 2020, los pacientes de este estudio transversal fueron seleccionados de la lista de 177 pacientes sometidos a reconstrucción del LCA en el Departamento de Cirugía Articular y Medicina del Deporte de un solo centro (Fig. 1). El ACL-RSI y las funciones físicas se midieron aproximadamente 6 meses después de la reconstrucción. Los criterios de inclusión fueron: reconstrucción anatómica primaria/unilateral de doble fascículo utilizando un autoinjerto de tendón de la corva solo o un tendón gracilis extraído además del autoinjerto de tendón de la corva o de tendón rotuliano; edad  $\geq 16$  años y  $\leq 40$  años en el momento de la prueba; rehabilitación postoperatoria con el mismo protocolo utilizado en el departamento de fisioterapia deportiva; y participación en sesiones de entrenamiento para el mismo deporte que practicaba el paciente antes de la lesión del LCA aproximadamente 6 meses después de la reconstrucción [1].

Los pacientes fueron excluidos si tenían: antecedentes de reconstrucción del LCA; antecedentes de lesión del LCA contralateral; antecedentes de cirugía de menisco; antecedentes de lesiones como distensiones musculares, esguinces o tendinopatía que afectaron la función física en la parte inferior de la espalda o las extremidades inferiores después de la reconstrucción o en los 6 meses anteriores a la reconstrucción; se sometió a reconstrucción de otros ligamentos de la rodilla además del ligamento cruzado anterior; esperaba volver a practicar deportes de nieve y hielo como el esquí y el hockey sobre hielo; no había practicado deportes por razones sociales como mudarse o quedar embarazada después de la reconstrucción; experimentó comorbilidades que dificultaron el regreso al deporte; o no pudieron completar las pruebas de función física y ACL-RSI el mismo día entre 170 y 240 días después de la reconstrucción [1]. Se excluyó a los pacientes que deseaban volver a practicar deportes de nieve y hielo porque estos deportes implican superficies, calzado y mecanismos de lesión claramente diferentes [8, 66].

La junta de revisión institucional de nuestra institución aprobó el estudio de acuerdo con la Declaración de Helsinki (número de aprobación: M2019-019). Todos los participantes



proporcionó consentimiento informado por escrito antes de la inscripción en este ensayo.

#### Rehabilitación postoperatoria

El protocolo de rehabilitación postoperatoria fue el mismo para todos los pacientes [26, 42]. Sin embargo, a los pacientes sometidos a reparación del segmento medio posterior del menisco se les prohibió realizar sentadillas profundas hasta 3 meses después de la cirugía [25, 27, 28, 58]. Treinta y dos pacientes se sometieron a reparación del segmento medio posterior del menisco (menisco lateral, 26; menisco medial, 7; ambos, 1). A los pacientes se les permitió comenzar ejercicios isométricos del cuádriceps según lo toleraran desde el día después de la reconstrucción. Usando una rodillera (Enderezar el inmovilizador de la articulación de la rodilla en posición; ALCARE, Tokio, Japón) y muletas, se permitió la carga parcial (20 kg) el primer día después de la reconstrucción, aumentando gradualmente hasta la carga de todo el cuerpo para cada paciente. y muletas era

Se suspendió a las 4 semanas después de la reconstrucción. Los ejercicios de rango de movimiento desde extensión completa hasta 120° de flexión se iniciaron el segundo día después de la reconstrucción.

Los ejercicios de cadena cinética cerrada, como el cambio de peso y las sentadillas, se iniciaron 1 a 2 semanas después de la reconstrucción. Se indicó a los pacientes que se abstuvieran de realizar ejercicios repetidos de extensión de rodilla con resistencia máxima cerca del tobillo en posición sentada dentro del rango de 10 a 30° de flexión de la rodilla durante 3 meses después de la reconstrucción [13, 37]. El ejercicio de deslizamiento del talón se inició 3 días después de la reconstrucción. Este es un ejercicio en el que el paciente dobla la rodilla mientras desliza el talón sobre la cama en una posición larga sentada [55]. Dos semanas después de la reconstrucción, se inició el ejercicio de curl para doblar activamente la rodilla en posición prona [7, 10]. El ejercicio de levantamiento de cadera para elevar los glúteos en posición inclinada se inició 4 semanas después de la reconstrucción. Todos los ejercicios se realizaron mientras se confirmaba que no había dolor en el área de donde se extraía el tendón.

Los ejercicios de carrera se iniciaron en atletas que habían superado el criterio de LSI de  $\geq 65\%$  de la fuerza de extensión isocinética de la rodilla medida por el BiodeX Multi-Joint Testing and Rehabilitation System (BDX-4; BiodeX Medi-cal Systems, NY, EE. UU.) en 3 meses después de la reconstrucción.

La velocidad y la distancia de carrera se aumentaron gradualmente según el derrame articular y los síntomas de cada paciente. Una vez que se alcanzó el 80% de la capacidad subjetiva de carrera a máxima velocidad, se iniciaron ejercicios relacionados con las actividades deportivas deseadas con instrucciones detalladas. Todos los ejercicios fueron específicos de cada paciente, dependiendo del tipo de deporte y posición que desempeñaba.

Se permitió la participación en ejercicios deportivos con contacto limitado a partir de los 6 meses después de la reconstrucción, siempre que el paciente no mostrara síntomas problemáticos en la articulación y mostrara suficiente flexión isocinética de la rodilla. fuerza de extensión (LSI,>80%) y mostró distancia SLH (LSI,>80%) después de que se completó el entrenamiento sin contacto especificado [26, 42]. Los criterios para determinar cuándo volver a participar en el deporte real fueron:  $\geq 8$  meses después de la reconstrucción [1], LSI de flexión/fuerza de extensión $\geq 90\%$  [29], LSI de distancia SLH $\geq 90\%$  [29], puntuación ACL-RSI $\geq 60$  [22, 53] y capacidad subjetiva de carrera $\geq 90\%$  [1].

#### Mediciones

El mismo día que se completó el ACL-RSI, se midieron las funciones físicas. El intervalo de descanso entre las pruebas de fuerza de rodilla, la prueba de alcance anterior de pierna y las pruebas SLH fue de 10 min. Todas las funciones físicas fueron medidas por cinco fisioterapeutas (JA, KH, SO, TO, SM), cada uno con más de 10 años de experiencia clínica en rehabilitación de pacientes después de la reconstrucción del LCA.

#### Características de los participantes

##### Datos demográficos

El sexo se determinó con base en los registros médicos. Se midieron la altura y la masa corporal el mismo día de la prueba y se calculó el índice de masa corporal.

Nivel de actividad deportiva antes de la lesión, tiempo de participación y tipo El nivel de actividad deportiva antes de la lesión se calificó utilizando la escala de actividad de Tegner modificada [17]. Los participantes fueron entrevistados sobre el tiempo promedio (en horas) de participación en deportes la semana anterior a la lesión. Los tipos de deportes que se practicaban antes de la lesión se clasificaron en cuatro tipos: colisión; contacto; contacto limitado; y sin contacto [41].

Situación de la lesión, tiempo desde la lesión hasta la reconstrucción y desde la reconstrucción hasta las pruebas

Se obtuvieron de los participantes situaciones de lesión y se clasificaron en tres categorías: sin contacto;

contacto indirecto; y contacto directo [59]. La fecha de la lesión y la fecha de la reconstrucción fueron confirmadas tanto por el participante como por los registros médicos, y se calculó el número de días desde la fecha de la lesión hasta la fecha de la reconstrucción. El número de días después de la reconstrucción fue el número de días desde la reconstrucción hasta las pruebas.

#### autoinyerto

Los tipos de autoinyerto (tendón semitendinoso; tendón semitendinoso más gracilis; tendón rotuliano) se confirmaron a partir de registros detallados realizados durante la reconstrucción.

#### cirugía de meniscos

Las lesiones de menisco y los tratamientos se confirmaron a partir de registros detallados de los hallazgos artroscópicos durante la reconstrucción. Se confirmó el segmento lesionado (anterior, medio o posterior), el tipo de lesión (longitudinal, radial u horizontal) y el método de tratamiento (sutura, centralización o meniscectomía parcial). Se definió que los participantes estaban siendo tratados independientemente del método utilizado.

#### Preparación psicológica para volver al deporte.

##### ACL RSI

Los pacientes completaron el ACL-RSI, una escala de 12 ítems diseñada para medir la preparación psicológica para volver al deporte después de una lesión o reconstrucción del LCA [32, 62]. El ACL-RSI incluye tres dominios: emociones; confianza; y evaluación de riesgos. Las puntuaciones de cada dominio se suman y promedian para obtener una puntuación total entre 0 y 100, donde las puntuaciones más altas indican una mayor preparación psicológica. La escala ha sido validada y su valor predictivo ha sido demostrado en estudios previos [5, 32, 60]. Se creó la versión japonesa del ACL-RSI y se ha confirmado que ofrece un cuestionario muy práctico con buena validez superficial y consistencia interna [22].

En este estudio, se utilizó un límite de ACL-RSI de 60 para dividir los grupos [53].

#### Puntuaciones de resultados de la función física.

##### fuerza de la rodilla

Se utilizó el sistema de rehabilitación y pruebas multiarticulares BiodeX (BDX-4; BiodeX Medical Systems) para evaluar la fuerza isocinética de la rodilla en extensión/flexión. Para minimizar los movimientos compensatorios durante la prueba, los participantes fueron sentados y asegurados con correas acolchadas alrededor del muslo, la pelvis y el torso. El cóndilo femoral de la extremidad analizada se alineó con el eje de rotación del torquímetro. Los participantes realizaron de 3 a 5 repeticiones de extensión/flexión submáxima de rodilla para familiarizarse con el movimiento de prueba. Para determinar la fuerza de extensión/flexión de la rodilla, los participantes realizaron 5 contracciones concéntricas consecutivas de extensión/flexión a  $60^\circ/\text{s}$  y  $180^\circ/\text{s}$ . El par máximo dentro de las 5 pruebas fue

extraído y normalizado por masa corporal. Antes de las mediciones de fuerza, se indicó verbalmente a los participantes que repitieran el ciclo de extender y doblar la rodilla con la mayor fuerza y rapidez posible en todo el rango de movimiento hasta que se declarara el final de la medición. No se proporcionaron órdenes verbales durante las mediciones.

La extremidad no afectada se probó antes que la extremidad afectada. Se proporcionaron cinco minutos de descanso entre las pruebas de familiarización y de fuerza. El intervalo de descanso entre las pruebas de fuerza a 60°/s y 180°/s fue de 5 min. Primero se realizó la prueba de fuerza de rodilla a 60°/s, seguida de la misma prueba a 180°/s. Los resultados se representan como la relación entre el par máximo medido y la masa corporal del paciente (relación de peso) y el LSI. La relación entre isquiotibiales y cuádriceps (relación HQ) se calculó como la relación entre el torque máximo del tendón de la corva y el torque máximo del cuádriceps. Se ha informado que la confiabilidad test-retest del torque máximo concéntrico para la rodilla usando el sistema Biodex es de alta a muy alta [12, 23, 24, 40, 57].

#### Distancia de alcance anterior de la pierna

La distancia de alcance anterior de la pierna con esfuerzo máximo se midió utilizando un kit de prueba de equilibrio Y (Functional Movement Systems®, Chatham, VA, EE. UU.) [18, 20]. Se instruyó a los participantes a realizar el alcance anterior de la pierna utilizando una combinación de señales verbales y demostración. Los participantes no usaron zapatos durante la prueba, que comenzó en la extremidad no afectada. Se pidió a los participantes que asumieran una postura de una sola extremidad con la extremidad mientras extendían la mano fuera de su base de apoyo para empujar una caja indicadora de alcance a lo largo del tubo de medición del kit. La pérdida de equilibrio que resultó en una estrategia de dar pasos se registró como un error de prueba, lo que indica que la prueba debería repetirse. A los participantes se les permitió al menos 6 ensayos de práctica antes de grabar. Se proporcionaron cinco minutos de descanso entre la prueba de práctica y la prueba. Los resultados se representan como la relación entre la distancia de alcance y la longitud de las extremidades inferiores del paciente y el LSI.

#### distancia SLH

Las distancias SLH en las tres direcciones (anterior, lateral y medial) se midieron en orden aleatorio según investigaciones previas [1, 19]. Los participantes se pararon sobre una pierna y se les indicó que saltaran lo más lejos posible y aterrizaran sobre la misma pierna. Se registró la distancia más larga de 3 pruebas para cada pierna y cada dirección. La prueba se consideró exitosa si el aterrizaje era estable durante 3 s. Si el paciente aterriza con un aterrizaje temprano de la extremidad contralateral, lo que representaba una pérdida de equilibrio, o daba saltos adicionales después del aterrizaje, se repetía la prueba SLH. Inicialmente, a los pacientes se les dio una descripción verbal de la prueba y se les permitió realizar tantas pruebas de práctica como desearan, hasta que se sintieron seguros acerca de la prueba.

prueba. A los participantes se les permitió usar las extremidades superiores como desearan durante SLH. Se realizaron pruebas de árboles para cada pata, comenzando siempre por la rama no afectada. Se proporcionaron cinco minutos de descanso entre la familiarización y la prueba de salto. El intervalo de descanso entre las pruebas SLH anterior, lateral y medial fue de 3 min. Para SLH anterior, se midió la distancia entre el extremo delantero del dedo en la posición inicial y el borde posterior del talón en la posición de aterrizaje [43]. Para SLH lateral, se midió la distancia entre el lado lateral del pie en la posición inicial y el lado medial del pie en la posición de aterrizaje. Para SLH medial, se midió la distancia entre el lado medial del pie en la posición inicial y el lado lateral del pie en la posición de aterrizaje. Los resultados se representan como la relación entre la distancia medida y la altura del paciente (relación de altura) y LSI. El coeficiente de correlación intraclass (ICC) del caso 1 se calculó para examinar la reproducibilidad de las distancias SLH en las tres direcciones para las extremidades involucradas y no involucradas de 10 atletas que cumplieron con los mismos criterios de inclusión aplicados en este estudio. Para determinar los ICC, se midió la distancia SLH 3 veces en un solo día y se calcularon los ICC de 1 a 3 valores medidos en cada dirección. Como resultado, los CCI de los valores de medición únicos de la extremidad afectada y la extremidad no afectada estuvieron dentro de los rangos de 0,91 a 0,99 y 0,91 a 0,96, respectivamente, lo que muestra una reproducibilidad "casi perfecta" [31]. Se incluyeron las distancias SLH porque la variable SLH afectó la preparación psicológica de los atletas que aspiraban a regresar después de la reconstrucción a deportes de contacto limitado [1].

#### análisis estadístico

Los participantes se dividieron utilizando un límite de ACL-RSI de 60, formando un grupo  $\text{ACL-RSI} \geq 60$  y un grupo  $\text{ACL-RSI} < 60$  [53]. Los siguientes análisis se realizaron en las variables características y 29 puntuaciones de resultados para todos los participantes y para cada grupo. La normalidad de cada variable se confirmó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los datos distribuidos normalmente para variables continuas se resumen utilizando medias y desviaciones estándar. Los datos distribuidos de forma no normal se resumen utilizando medianas y rangos intercuartiles. Para estos valores se calculó un intervalo de confianza del 95%. Las diferencias entre grupos con datos distribuidos normalmente se analizaron mediante pruebas t no pareadas. Las diferencias entre grupos con datos no distribuidos normalmente se analizaron mediante la prueba de Mann-Whitney. Se calcularon los tamaños del efecto mediante la prueba posterior para todas las puntuaciones de los resultados. El tamaño del efecto se consideró grande para  $\geq 0,8$ , mediano para  $\geq 0,5$  pero  $< 0,8$  y pequeño para  $\geq 0,2$  pero  $< 0,5$  [11]. El sesgo de frecuencia de los datos de características de la escala nominal se analizó mediante la prueba de  $\chi^2$ . Todos los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales para Windows (versión 21.0; IBM Corp., Nueva York,

Nueva York, Estados Unidos). Los valores de  $P<0,05$  se consideraron indicativos de significación estadística.

## Resultados

La puntuación media ACL-RSI para el total de participantes fue 64,8. ACL-RSI $\geq$ 60 incluyó a 31 participantes y ACL-RSI<60 incluyó a 23 participantes. Las puntuaciones medias de ACL-RSI para ACL-RSI $\geq$ 60 y ACL-RSI<60 fueron  $77,4\pm12,1$  [73,0–81,9] y  $47,8\pm7,9$  [44,4–51,2], respectivamente, lo que muestra una diferencia significativa entre los grupos. Las variables características no mostraron diferencias significativas entre grupos (Tabla 1).

Las siguientes variables fueron significativamente mayores en ACL-RSI $\geq$ 60: fuerza de flexión de la rodilla ( $60^\circ/\text{s}$ ) para la extremidad no afectada, relación HQ ( $60^\circ/\text{s}$ ) para la extremidad no afectada y fuerza de flexión de la rodilla ( $180^\circ/\text{s}$ ). s) para la extremidad afectada (Tabla 2). El LSI de la distancia de alcance anterior de la pierna en ACL-RSI $\geq$ 60 fue significativamente mayor (Tabla 2). En la extremidad afectada, el índice de altura y el LSI de la distancia SLH lateral y medial fueron significativamente mayores en ACL-RSI $\geq$ 60 (Tabla 2).

Los rangos de tamaño del efecto y poder de las puntuaciones de resultado, donde la diferencia entre grupos fue significativa, fueron 0,30–0,82 y 0,19–0,83, respectivamente. Las variables para las cuales el tamaño del efecto fue mayor que 0,5 fueron las siguientes: fuerza de flexión de la rodilla ( $180^\circ/\text{s}$ ) de la extremidad involucrada, LSI de la distancia de alcance anterior de la pierna, distancia SLH lateral de la extremidad involucrada, LSI de la distancia SLH lateral y distancia SLH medial de la extremidad afectada.

## Discusión

Nuestra hipótesis es que la relación peso-fuerza de la rodilla es un factor relacionado con el límite ACL-RSI para el regreso a los deportes. Se observaron diferencias entre los grupos en la relación de peso de la fuerza de flexión de la rodilla y la relación HQ.

Los resultados actuales apoyaron nuestra hipótesis. Se debe medir la fuerza de flexión de la rodilla a diferentes velocidades angulares en las extremidades no involucradas, así como en las extremidades involucradas, y se debe planificar la rehabilitación posoperatoria para aumentar estas fuerzas. Además, se debe calcular la relación HQ de la extremidad no afectada y de la extremidad afectada, con planes para fortalecer la fuerza de flexión de la rodilla contra la extensión de la rodilla.

La relación de peso entre la fuerza de flexión de la rodilla y la relación HQ es el factor relacionado con el límite ACL-RSI para regresar a los deportes. En este estudio, las siguientes variables de fuerza muscular fueron significativamente mayores en ACL-RSI $\geq$ 60 que en ACL-RSI<60 a los 6 meses después de la reconstrucción: fuerza de flexión de la rodilla ( $180^\circ/\text{s}$ ) de la extremidad afectada, fuerza de flexión de la rodilla ( $180^\circ/\text{s}$ ) ( $60^\circ/\text{s}$ ) de la extremidad no afectada y relación HQ ( $60^\circ/\text{s}$ ) de la extremidad no afectada. Rendimientos como los tiempos de sprint y las distancias de salto se ven afectados por la función de los isquiotibiales [21, 51]. Durante los aterrizajes con salto y los cortes, las fuerzas de corte y rotación anteriores de la tibia están controladas por la función de los isquiotibiales [35, 36]. El tendón de la corva suprime la tensión excesiva en el injerto [35].

Por estas razones, la fuerza de flexión de la rodilla y el índice HQ fueron significativamente mayores en el grupo con mejor preparación psicológica.

**Tabla 1 Características de los participantes (N=54)a**

	Total (N=54)	ACL-RSI superior a 60 puntos (n=31)	ACL-RSI inferior a 60 puntos (n=23)	P
Edad, años	20,0 (4,3) [19,9–22,8]	20,0 (8,0) [19,5–23,2]	20,0 (4,0) [19,0–23,9]	0,860
Mujeres Hombres	33:21	19:12	14:9	0,975
Altura (cm)	165,8 $\pm$ 8,3 [163,5–168,1] 166,1 $\pm$ 8,3 [163,1–169,2]		165,4 $\pm$ 8,5 [161,7–169,0]	0,744
Masa corporal, kg	61,0 (16,5) [59,5–66,1] 21,9	61,0 (19,0) [58,8–67,4] 22,2	59,0 (15,9) [56,9–68,0] 21,8	0,733
Índice de masa corporal, kg/m <sup>2</sup>	(3,0) [21,9–23,5] 64,8 $\pm$ 18,1	(2,8) [21,7–23,7] 77,4 $\pm$ 12,1	(4,5) [21,3–24,1] 47,8 $\pm$ 7,9	0,740
Puntuación ACL-RSI (0–100)	[59,9–69,7] 8,0 (2,0) [7,6–8,2]	[73,0–81,9] 8,0 (2,0) [7,5–8,4]	[44,4–51,2] 8,0 (2,0) [7,5–	<0,000*
Escala de actividad de Tegner modificada antes de la lesión puntaje			8,2]	0,898
Tiempo de participación deportiva antes de la lesión, h/semana	6,0 (8,0) [6,6–10,1]	4,0 (8,0) [5,4–9,9]	9,0 (8,0) [6,4–12,1]	0,352
Tipo de deporte participante (colisión; contacto; contacto limitado; sin contacto)	6; 33; 7; 8	3; 21; 4; 3	3; 12; 3; 5	0,237
Situaciones de lesión (sin contacto; contacto indirecto; contacto directo)	34; 14; 6	19; 7; 5	15; 7; 1	0,269
Tiempo desde la lesión hasta la reconstrucción, d	66,0 (76,5) [68,1–150,8]	56,0 (97,0) [57,2–140,9]	67,0 (63,0) [40,0–206,9]	0,576
Menisco tratado: no tratado, n	37:17	22:9	15:8	0,653
Autoinjerto (ST; STG; PT)	44; 4; 6	25; 2; 4	19; 2; 2	0,454
Tiempo desde la reconstrucción hasta las pruebas, d	186,5 (15,3) [184,0–191,5] 187,0 (15,0) [182,8–191,8]		183,0 (15,0) [181,5–195,2]	0,611

<sup>a</sup> Los datos se informan como media  $\pm$  DE o mediana (rango intercuartil) [intervalo de confianza del 95 %] a menos que se indique lo contrario. ACL-RSI Ligamento cruzado anterior: retorno a Escala de deporte después de una lesión. ST Semitendinoso; Tendón STG Gracilis además del semitendinoso; PT Tendón rotuliano

\*Significación a  $P<0,05$

Tabla 2 Puntuaciones de resultados (N=54)<sup>a</sup>

	Total (N=54)	ACL-RSI por encima de 60 puntos (N=31)	ACL-RSI por debajo de 60 puntos (N=23)	PAG	Tamaño del efecto
<b>Fuerza de extensión de rodilla (60 grados/s)</b>					
Miembro afectado, Nm/kg	2,07±0,39 [1,96–2,18]	2,13±0,41 [1,98–2,28]	1,98±0,36 [1,83–2,14]	0,164	0,25
Miembro no afectado, Nm/kg	2,49±0,47 [2,37–2,62]	2,57±0,46 [2,40–2,74]	2,39±0,46 [2,19–2,59]	0,167	0,40
ILS, %	83,74±10,84 [80,78–86,70] 83,53±10,23 [79,77–87,28]		84,03±11,83 [78,91–89,15]	0,867	0,05
<b>Fuerza de flexión de rodilla (60 grados/s)</b>					
Miembro afectado, Nm/kg	1,08±0,25 [1,01–1,14]	1,12±0,21 [1,05–1,20]	1,01±0,28 [0,89–1,13]	0,098	0,40
Miembro no afectado, Nm/kg	1,29 (0,42) [1,17–1,40]	1,26 (0,34) [1,23–1,45]	1,11 (0,30) [0,98–1,45]	0,026* -0,30	
LSI, %	86,59±16,55 [82,07–91,10] 85,62±14,29 [80,38–90,86]		87,89±19,45 [79,48–96,30]	0,638	0,14
<b>de relación HQ (60 grados/s)</b>					
Miembro afectado, % 52,26±9,15 [49,76–54,76] 53,35±8,40 [50,27–56,43]			50,79±10,08 [46,43–55,15] 46,46	0,315	0,28
Miembro no afectado, % 49,92 (9,50) [48,12–54,70] 52,34 (6,64) [48,92–56,38]			(10,27) [43,57–55,91]	0,026* -0,30	
<b>Fuerza de extensión de rodilla (180 grados/s)</b>					
En miembro afectado, Nm/kg	1,45±0,26 [1,37–1,52]	1,50±0,24 [1,41–1,59]	1,38±0,27 [1,26–1,49]	0,089	0,40
Miembro no afectado, Nm/kg	1,78±0,31 [1,69–1,86]	1,82±0,29 [1,71–1,92]	1,72±0,33 [1,57–1,87]	0,252	0,33
ILS, %	80,42 (9,66) [79,43–83,94]	80,69 (10,53) [79,55–85,83]	78,66 (10,63) [76,97–83,71]	0,447 -0,10	
<b>Fuerza de flexión de rodilla (180 grados/s)</b>					
Miembro afectado, Nm/kg	0,84±0,22 [0,78–0,90]	0,90±0,18 [0,83–0,96]	0,77±0,24 [0,67–0,88]	0,040* 0,50	
Miembro no afectado, Nm/kg	0,97±0,21 [0,91–1,02] 1,00±0,19 [0,94–1,07] 87,32±13,48 [83,64–		0,91±0,22 [0,82–1,01]	0,116	0,50
ILS, %	91,00] 89,44±9,43 [85,98–92,90]		84,46±17,37 [76,94–91,97]	0,222	0,37
<b>Relación HQ (180 grados/s)</b>					
Miembro afectado, %	58,24±10,37 [55,41–61,07] 60,16±9,03 [56,85–63,47]		55,66±11,65 [50,62–60,69]	0,116	0,44
Miembro no afectado, %	54,50±7,62 [52,42–56,58] 55,57±7,98 [52,65–58,50]		53,04±7,02 [50,01–56,08]	0,232	0,34
<b>Distancia de alcance anterior de la pierna</b>					
Miembro afectado, % longitud del miembro inferior	69,8±6,5 [68,0–71,6]	70,3±6,7 [67,8–72,8]	69,1±6,3 [66,4–71,9]	0,524	0,18
Miembro no afectado, % longitud del miembro inferior	72,0±6,4 [70,2–73,8]	71,5±7,1 [68,9–74,1]	72,7±5,5 [70,4–75,1]	0,488	0,19
ILS, %	97,0±4,7 [95,7–98,3]	98,5±3,8 [97,1–99,8]	95,1±5,3 [92,8–97,4]	0,008* 0,76	
<b>Distancia SLH anterior</b>					
Miembro afectado, % altura	62,3±15,1 [58,2–66,4]	65,4±14,7 [60,1–70,8]	58,1±14,9 [51,7–64,5]	0,077	0,49
Miembro no afectado, % altura	71,5±14,5 [67,7–75,7] 89,6	73,0±16,2 [67,1–79,0] 90,4	70,0±12,0 [64,7–75,2] 86,5	0,449	0,21
ILS, %	(16,5) [83,6–90,8]	(13,1) [86,7–93,9]	(25,5) [76,1–89,9]	0,139 -0,20	
<b>Distancia lateral SLH</b>					
Miembro afectado, % altura	47,6±12,6 [44,1–51,0]	50,6±12,1 [46,2–55,1]	43,4±12,4 [38,1–48,8]	0,036* 0,59	
Miembro no afectado, % altura	56,1±12,0 [52,8–59,3]	57,6±13,1 [52,8–62,4]	54,0±10,3 [49,5–58,4]	0,279	0,30
ILS, %	84,5±13,3 [80,9–88,1]	88,3±11,4 [84,1–92,5]	79,3±14,2 [73,2–85,5]	0,013* 0,71	
<b>Distancia SLH medial</b>					
Miembro afectado, % altura	52,1±13,7 [48,4–55,9]	56,4±13,8 [51,3–61,4]	46,4±11,7 [41,4–51,5]	0,007* 0,77	
Miembro no afectado, % altura	58,4±12,4 [55,0–61,8]	60,6±13,6 [55,6–65,6]	55,6±10,2 [51,2–60,0]	0,146	0,41
LSI, % 89,5 (16,1) [85,1–92,9]		93,2 (13,5) [89,0–97,7] 95,0	82,9 (19,1) [76,5–89,8] 80	0,018* -0,32	
Capacidad subjetiva de carrera, % 80,0 (30,0) [79,5–87,5]		(20,0) [85,3–93,9] 33,5±6,2	(10,0) [69,1–81,4]	0,001* -0,47	
Escala de Tampa para kinesifobia 35,6±6,5 [33,9–37,4]		[31,2–35,7]	38,5±5,9 [36,0–41,1]	0,004* 0,82	

<sup>a</sup> Los datos se presentan como media ± DE o mediana (rango intercuartílico) [intervalo de confianza del 95 %]. Índice de simetría de las extremidades LSI; SLH Salto con una sola pierna

\*Significación a P&lt;0,05

Aizawa et al. no informaron asociación significativa entre la puntuación ACL-RSI y la fuerza de flexión/extensión de la rodilla LSI en pacientes 6 meses después de la reconstrucción [1]. Müller et al. no informó asociación significativa

entre la puntuación ACL-RSI y la fuerza de flexión/extensión de la rodilla LSI o el índice HQ LSI en pacientes 6 meses después de la reconstrucción [45]. O'Connor et al. [47] analizaron la relación entre la puntuación ACL-RSI y el peso

relación entre la fuerza de extensión/flexión de la rodilla de las extremidades afectadas en pacientes 9 meses después de la reconstrucción. En ese estudio, sólo la relación de peso de la fuerza de flexión de la rodilla para la extremidad afectada se correlacionó significativamente con la puntuación ACL-RSI, y todos los coeficientes de correlación, incluida esta variable, fueron inferiores a 0,2, lo que indica una falta de relación. En ese estudio anterior, se comparó la relación de peso de la fuerza de extensión/flexión de la rodilla y el LSI entre un grupo ACL-RSI $\geq$ 90 y un grupo ACL-RSI<75, y la única diferencia significativa observada entre los grupos fue la relación de peso de la fuerza de flexión de la rodilla [47]. Sin embargo, se concluyó que el tamaño del efecto era 0,15, sin encontrar diferencias significativas [47]. En el presente estudio, la variable fuerza de flexión, en lugar de la extensión de la rodilla, mostró una diferencia significativa entre los grupos, con tamaños del efecto en el rango de 0,30 a 0,50. Estos resultados parecen respaldar los hallazgos de O'Connor et al. Estudios anteriores no analizaron los índices HQ de la rodilla de la extremidad no afectada ni los índices de peso de flexión.

Con respecto a la distancia de alcance anterior de la pierna, se demostró que el LSI es un factor relacionado con el límite ACL-RSI para el regreso a los deportes. En este estudio, el LSI de la distancia de alcance anterior de la pierna fue significativamente mayor en el grupo ACL-RSI $\geq$ 60 que en el grupo ACL-RSI<60 a los 6 meses. En pacientes post-reconstrucción, se requiere fuerza de las extremidades inferiores y control neuromuscular para la tarea de extender una extremidad inferior hacia adelante mientras se está de pie sobre la otra pierna [20, 44, 50]. En un jugador de netball sano, la distancia de alcance anterior de la pierna y el momento de rotación de la rodilla durante el aterrizaje con una pierna muestran una correlación negativa [9]. La asimetría de la distancia del alcance anterior de la pierna se asocia con el momento de regreso a los deportes después de la reconstrucción [18]. Por estas razones, el LSI de la distancia de alcance anterior de la pierna fue significativamente mayor en el grupo con mejor preparación psicológica.

Algunos individuos que cumplen los criterios para volver a practicar deportes después de la reconstrucción han mostrado una distancia de alcance anterior de la pierna significativamente más corta en el miembro inferior operado que en el lado no operado [49]. La distancia de alcance anterior de la pierna LSI se asoció significativamente con la puntuación de resultados de lesión de rodilla y osteoartritis (KOOS). Síntoma ( $r=0,30$ ) y KOOS-Sport ( $r=0,30$ ) en pacientes 6 meses después de la reconstrucción [52]. Los resultados actuales respaldaron parcialmente los hallazgos de esos estudios anteriores. Sin embargo, estudios previos no han analizado la relación entre la puntuación ACL-RSI y la distancia de alcance anterior de la pierna, por lo que el presente estudio proporciona nueva información sobre esta relación.

Para SLH, se demostró que las variables SLH lateral y medial son factores relacionados con el límite ACL-RSI para el regreso a los deportes. En este estudio, las siguientes variables SLH fueron significativamente mayores en el grupo con ACL-RSI $\geq$ 60 que en el grupo con ACL-RSI<60 a los 6 meses: distancia SLH lateral de la extremidad involucrada, LSI de distancia SLH lateral,

distancia medial SLH de la extremidad afectada, LSI de la distancia medial SLH. Un aterrizaje de salto y un equilibrio insuficientes son factores subjetivos en el miedo relacionado con las lesiones [48]. Las cinéticas como el valgo de rodilla asociado con una nueva lesión muestran un peor patrón en el SLH lateral que en el SLH anterior [56]. ~~En estos análisis de regresión, [47]~~ Distancia SLH lateral y el LSI pueden haber sido significativamente menores en el grupo con peor preparación psicológica.

Aizawa et al. identificó la distancia SLH lateral LSI como un factor en la puntuación ACL-RSI entre pacientes 6 meses después de la reconstrucción mediante análisis de regresión simple (coeficiente  $\beta = 0,58$ ,  $P = 0,031$ ) [1]. El presente estudio apoyó algunos de los hallazgos de ese estudio. Müller et al. demostraron que la distancia SLH anterior LSI se asociaba débilmente con la puntuación ACL-RSI en pacientes 6 meses después de la reconstrucción ( $r$  de Pearson = 0,36,  $P = 0,023$ ) [45]. Webster y cols. reveló mediante un análisis de regresión simple que el LSI de la distancia SLH anterior es un factor en la puntuación ACL-RSI para pacientes 12 meses después de la reconstrucción (coeficiente  $\beta = 0,50$ ,  $P = 0,001$ ) [64]. En el presente estudio, no se observaron diferencias entre los grupos en el LSI de la distancia SLH anterior, y nuestros resultados no respaldan los hallazgos de estudios anteriores. En este estudio y en investigaciones anteriores, la edad y el período postoperatorio de los sujetos difirieron, lo que puede ser una de las razones de las diferencias en la relación entre el LSI de la distancia SLH anterior y la puntuación ACL-RSI.

El presente estudio mostró algunas limitaciones que merecen consideración. En primer lugar, las asociaciones causales entre las funciones físicas y el límite de ACL-RSI no están claras, dada la naturaleza transversal del estudio. En segundo lugar, en este estudio, se utilizó como punto de corte una puntuación ACL-RSI de 60 a los 6 meses después de la reconstrucción, que se relaciona con el regreso a los deportes 2 años después de la reconstrucción [53]. Müller et al. informaron una puntuación de corte para ACL-RSI de 51,3 asociada con un retorno al nivel deportivo previo a la lesión en pacientes 6 meses después de la reconstrucción [45]. El límite de ACL-RSI a los 6 meses después de la cirugía diferirá dependiendo de cuándo se juzgue el resultado del regreso a los deportes después de la reconstrucción. En tercer lugar, existen límites para generalizar los resultados de este estudio a pacientes con características significativamente diferentes, como edad y sexo, procedimientos quirúrgicos que incluyen tratamiento de menisco y tipo de autoinjerto, diferentes deportes y días postoperatorios antes de regresar al deporte [32, 34]. Cuarto, en este estudio, múltiples variables diferían significativamente entre los grupos. Sin embargo, para variables con tamaño y potencia del efecto bajos, se deben considerar los errores tipo 2.

## Conclusión

Este estudio reveló que 6 meses después de la reconstrucción del LCA, al aumentar la relación fuerza-peso de la flexión de la rodilla, Relación HQ, distancia de alcance anterior de la pierna LSI y lateral

Parece importante que SLH supere el límite ACL-RSI para volver a los deportes. Los resultados actuales pueden ser útiles para planificar la rehabilitación posoperatoria para el regreso a largo plazo a los deportes después de la reconstrucción.

#### Abreviaturas

LCA: ligamento cruzado anterior; ACL-RSI: ligamento cruzado anterior: escala de regreso al deporte después de una lesión; SLH: Salto con una sola pierna; LSI: índice de simetría de las extremidades; Relación de peso: relación entre el par máximo medido y la masa corporal del paciente; Relación HQ: relación entre isquiotibiales y cuádriceps; Relación de altura: Relación entre la distancia medida y la altura del paciente; ICC: Coeficiente de correlación intraclass.

#### Agradecimientos

No aplica.

#### Contribuciones de autor

JA y KH contribuyeron sustancialmente a la concepción o diseño del manuscrito; JA, SO, TO y SM contribuyeron sustancialmente a la adquisición, análisis e interpretación de los datos. Todos los autores participaron en la redacción del manuscrito. HK y KY revisaron críticamente el manuscrito. Todos los autores contribuyeron por igual al manuscrito y leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

#### Fondos

Los autores no informan de ninguna participación del patrocinador en la investigación que pudiera haber influido en el resultado de este trabajo.

#### Disponibilidad de datos y materiales.

Los conjuntos de datos utilizados y/o analizados durante el presente estudio están disponibles del autor correspondiente previa solicitud razonable.

#### Declaraciones

##### Aprobación ética y consentimiento para participar.

La junta de revisión institucional de la Universidad Médica y Dental de Tokio aprobó el estudio, según la Declaración de Helsinki (número de aprobación: M2019-019). Todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito.

##### Consentimiento para publicación

No aplica.

##### Conflictos de intereses

Los autores certifican que no existen conflictos de intereses con ninguna organización financiera con respecto al material discutido en el manuscrito.

##### Detalles del autor

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Juntendo, 3-2-12 Hongo, Bunkyo-ku, Tokio 113-0033, Japón. de Medicina de <sup>2</sup> Departamento Rehabilitación, Escuela de Graduados en Ciencias Médicas y Dentales, Universidad Médica y Dental de Tokio, Tokio, Japón. <sup>3</sup> Centro Clínico de Deportes Medicina y Odontología Deportiva, Universidad Médica y Dental de Tokio, Tokio, Departamento Japón. <sup>4</sup> de Cirugía Articular y Medicina Deportiva, Escuela de Graduados de Ciencias Médicas y Dentales, Universidad Médica y Dental de Tokio, Tokio, Japón.

Recibido: 19 de diciembre de 2021 Aceptado: 23 de mayo de 2022

Published online: 01 June 2022

#### Referencias

- Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, et al. Factores asociados con la preparación psicológica para regresar a los deportes con cortes, pivotes y aterrizajes con salto después de la reconstrucción primaria del LCA. *Orthop J Deportes Med.* 2020;8(11):2325967120964484.
- Andrade R, Pereira R, van Cingel R, Staal JB, Espregueira-Mendes J. ¿Cómo deben los médicos rehabilitar a los pacientes después de la reconstrucción del LCA? A revisión sistemática de guías de práctica clínica (GPC) con enfoque en la evaluación de la calidad (AGREE II). *Br J Deportes Med.* 2020;54(9):512–9.
- Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, et al. Declaración de consenso de 2016 sobre el retorno al deporte del primer congreso mundial de fisioterapia deportiva. Berna *Br J Sports Med.* 2016;50(14):853–64.
- Ardern CL, Glasgow P, Schneiders AG, et al. Infografía: consenso de 2016 Sus declaraciones sobre el regreso al deporte del primer congreso mundial de fisioterapia deportiva, Berna. *Br J Deportes Med.* 2017;51(13):995.
- Ardern CL, Osterberg A, Tagesson S, et al. El impacto de la preparación psicológica para regresar al deporte y las actividades recreativas después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Br J Deportes Med.* 2014;48(22):1613–9.
- Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Regreso al seguimiento deportivo Ing cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática y metanálisis de la situación. *Br J Deportes Med.* 2011;45(7):596–606.
- Barfod KW, Feller JA, Hartwig T, Devitt BM, Webster KE. Fuerza de los extensores de rodilla y rendimiento de la prueba de salto después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Rodilla. 2019;26(1):149–54.
- Bere T, Mok KM, Koga H, et al. Cinematografía de las roturas del ligamento cruzado anterior en la copa del mundo de esquí alpino: informes de 2 casos del mecanismo de captura deslizante. *Soy J Sports Med.* 2013;41(5):1067–73.
- Boey D, Jc LM. La relación entre las puntuaciones de las pruebas de equilibrio Y y Momentos de rodilla durante el aterrizaje con salto con una sola pierna en netball. *Int J Deportes Phys. Ther.* 2020;15(5):722–31.
- Choi JY, Ha JK, Kim YW, et al. Relaciones entre la regeneración del tendón en la resonancia magnética, la fuerza del flexor y el rendimiento funcional después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con autoinjerto de tendón de la corva. *Soy J Sports Med.* 2012;40(1):152–62.
- Cohen J. Análisis de poder estadístico para las ciencias del comportamiento. 2da ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum; 1988.
- de Araujo Ribeiro Alves JB, Rodrigues R, de Azevedo Franke R, et al. Confiabilidad entre máquinas de los dinamómetros isocinéticos Biodek y Cybex para pruebas isométricas, concéntricas y excéntricas de flexor/extensor de rodilla. *Phys Ther Sport.* 2015;16(1):59–65.
- Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior Distensión del ligamento cruzado y fuerzas de tracción para ejercicios con y sin carga de peso: una guía para la selección de ejercicios. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 2012;42(3):208–20.
- Faleide AGH, Magnussen LH, Strand T, et al. El papel de la psicología. preparación para volver a la evaluación deportiva después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2021. <https://doi.org/10.1177/036346521991924>.
- Feucht MJ, Cott M, Saier T, et al. Expectativas del paciente sobre la reconstrucción primaria y de revisión del ligamento cruzado anterior. *Cirugía De Rodilla Traumatología Deportiva Artrosc.* 2016;24(1):201–7.
- Filbay SR, Grindem H. Recomendaciones basadas en evidencia para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA). Mejores prácticas Res Clin Rheumatol. 2019;33(1):33–47.
- Fältström A, Hägglund M, Kvist J. Función de rodilla informada por el paciente, calidad de vida y nivel de actividad después de lesiones bilaterales del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2013;41(12):2805–13.
- Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA. Prueba de equilibrio Y™ la simetría del alcance anterior a los tres meses se relaciona con el rendimiento funcional de una sola pierna en el momento del regreso a los deportes después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Int J Deportes Phys. Ther.* 2015;10(5):602–11.
- Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, et al. Una batería de pruebas para evaluar rendimiento del salto en pacientes con lesión del LCA y pacientes que se han sometido a reconstrucción del LCA. *Cirugía De Rodilla Traumatología Deportiva Artrosc.* 2006;14(8):778–88.
- Halligan C, Garrison JC, Creed K, et al. La relación entre pre-Equilibrio en Y y fuerza del cuádriceps operatorio y postoperatorio de doce semanas en atletas con desgarro del ligamento cruzado anterior. *Int J Deportes Phys. Ther.* 2017;12(6):986–93.
- Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Entrenamiento pliométrico en deportistas femeninas. Disminución de las fuerzas de impacto y aumento de la torsión de los isquiotibiales. *Soy J Sports Med.* 1996;24(6):765–73.
- Hirohata K, Aizawa J, Furuya H, et al. La versión japonesa de la escala de retorno al deporte del ligamento cruzado anterior después de una lesión (ACL-RSI) tiene una validez y confiabilidad aceptables. *Cirugía De Rodilla Traumatología Deportiva Artrosc.* 2020. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-05849-1>.

23. Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Mafuletti NA. Fiabilidad de las relaciones de desequilibrio de fuerza isocinética medidas con el dinámetro Cybex NORM. *Imágenes de la función Clin Physiol.* 2008;28(2):113–9.
24. Keskula DR, Dowling JS, Davis VL, Finley PW, Dell'omo DL. Confidabilidad entre evaluadores de las medidas isocinéticas de flexión y extensión de la rodilla. *Tren J Athl.* 1995;30(2):167–70.
25. Koga H, Muneta T, Watanabe T, et al. Resultados a dos años después de la artroscopía centralizada del menisco lateral escópico. *Artroscopia.* 2016;32(10):2000–8.
26. Koga H, Muneta T, Yagishita K, et al. Los resultados a mediano y largo plazo de un solo procedimiento de reconstrucción del ligamento cruzado anterior en haz versus en doble haz: ensayo controlado aleatorio. *Artroscopia.* 2015;31(1):69–76.
27. Koga H, Watanabe T, Horie M, et al. Aumento de la reparación por extracción de un desgarro de la raíz posterior del menisco medial mediante centralización artroscópica. *Tecnología Artrosc.* 2017;6(4):e1335–9.
28. Kubota R, Koga H, Ozeki N, et al. El efecto de un procedimiento de centralización para el menisco lateral extruido sobre la distribución de carga en articulaciones de rodilla porcinas en diferentes ángulos de flexión. *Trastorno musculosquelético de BMC.* 2020;21(1):205.
29. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Probabilidad de rotura del injerto del LCA: no cumplir seis criterios de alta clínica antes de volver al deporte se asocia con un riesgo cuatro veces mayor de rotura. *Br J Deportes Med.* 2016;50(15):946–51.
30. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. El ochenta y tres por ciento de los atletas de élite regresan al deporte previo a la lesión después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática con metanálisis de las tasas de retorno al deporte, tasas de ruptura del injerto y resultados de rendimiento. *Br J Deportes Med.* 2018;52(2):128–38.
31. Landis JR, Koch GG. La medición del acuerdo del observador para datos categóricos. *Biometría.* 1977;33(1):159–74.
32. Langford JL, Webster KE, Feller JA. Un estudio longitudinal prospectivo para evaluar los cambios psicológicos después de la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Br J Deportes Med.* 2009;43(5):377–81.
33. Lentz TA, Zeppieri G, Tillman SM, et al. Regreso a la participación deportiva previa a la lesión: ¿cómo después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: contribuciones de las medidas demográficas, de deterioro de la rodilla y de autoinforme. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 2012;42(1):893–901.
34. Lepley AS, Pietrosimone B, Cormier ML. Función del cuádriceps, dolor de rodilla y resultados autoinformados en pacientes con reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Tren J Athl.* 2018;53(4):337–46.
35. Maniar N, Schache AG, Pizzolato C, Opar DA. Contribuciones musculares a Fuerzas de corte tibiofemorales y momentos en valgo y de rotación de las articulaciones durante el aterrizaje con caída con una sola pierna. *Scand J Med Sci Deportes.* 2020;30(9):1664–74.
36. Maniar N, Schache AG, Sridharan P, Opar DA. Los músculos que no abarcan la rodilla contribuyen al corte tibiofemoral, así como a los momentos de reacción de la articulación rotatoria y en valgo durante un corte lateral inesperado. *Representante científico* 2018;8(1):2501.
37. Marumo K, Saito M, Yamagishi T, Fujii K. El proceso de "ligamentización" en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior humano con tendones rotulianos e isquiotibiales autógenos: un estudio bioquímico. *Soy J Sports Med.* 2005;33(8):1166–73.
38. McPherson AL, Feller JA, Hewett TE, Webster KE. La preparación psicológica para volver al deporte se asocia con lesiones del segundo ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2019;47(4):857–62.
39. McPherson AL, Feller JA, Hewett TE, Webster KE. Cambio más pequeño en psicología: La preparación psicológica para volver al deporte se asocia con la segunda lesión del ligamento cruzado anterior entre los pacientes más jóvenes. *Soy J Sports Med.* 2019;47(5):1209–15.
40. Molczyk L, Thigpen LK, Eickhoff J, Goldgar D, Gallagher JC. Fiabilidad de las pruebas de los extensores y flexores de la rodilla en mujeres adultas sanas utilizando un dinámetro isocinético Cybex II. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 1991;14(1):37–41.
41. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, et al. Riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en el deporte: una revisión sistemática y metanálisis de la incidencia de lesiones por sexo y clasificación deportiva. *Tren J Athl.* 2019;54(5):472–82.
42. Muneta T, Koga H, Mochizuki T, et al. Un estudio prospectivo aleatorizado de reconstrucción del ligamento cruzado anterior del tendón semitendinoso de 4 hebras comparando técnicas de haz único y de doble haz. *Artros-copia.* 2007;23(6):618–28.
43. Munro AG, Herrington LC. Fiabilidad entre sesiones de las pruebas de cuatro saltos y la prueba T de agilidad. *J Fuerza Cond Res.* 2011;25(5):1470–7.
44. Myer GD, Schmitt LC, Brent JL, et al. Utilización de pruebas combinadas de la NFL modificadas para identificar déficits funcionales en atletas después de la reconstrucción del LCA. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 2011;41(6):377–87.
45. Müller U, Krüger-Franke M, Schmidt M, Rosemeyer B. Parámetros predictivos para el regreso al nivel deportivo previo a la lesión 6 meses después de la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Cirugía De Rodilla Traumatología Deportiva Arthrosc.* 2015;23(12):3623–31.
46. Nawasreh Z, Logerstedt D, Cummer K, et al. El rendimiento funcional 6 meses después de la reconstrucción del LCA puede predecir el regreso a la participación en el mismo nivel de actividad previo a la lesión 12 y 24 meses después de la cirugía. *Br J Deportes Med.* 2018;52(6):375.
47. O'Connor RF, King E, Richter C, Webster KE, Falvey É. No hay relación entre las puntuaciones de fuerza y potencia y la escala de retorno al deporte del ligamento cruzado anterior después de una lesión 9 meses después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2020;48(1):78–84.
48. Ohji S, Aizawa J, Hirohata K, et al. Miedo relacionado con las lesiones en atletas que regresan a los deportes después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: un análisis de contenido cuantitativo de un cuestionario abierto. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2021;25:1–7.
49. Oleksy Ł, Mika A, Sulowska-Daszak I, et al. Verificación de la eficacia de los criterios estándar RTS utilizando FMS, Y-balance y TJA en futbolistas después de la reconstrucción del LCA y lesiones leves de las extremidades inferiores. *Representante científico* 2021;11(1):1558.
50. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Entrenamiento neuromuscular mejora la estabilidad de una sola extremidad en atletas jóvenes. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 2004;34(6):305–16.
51. Príncipe C, Morin JB, Mendiguchia J, et al. Especificidad de sprint de aislados Ejercicios de fortalecimiento de los isquiotibiales en términos de actividad muscular y producción de fuerza. *Frente Deportes Ley Living.* 2020;2:609636.
52. Roe C, Jacobs C, Kline P, et al. Correlaciones de las pruebas de rendimiento de una sola pierna con los resultados informados por los pacientes después de la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior. *Clin J Sport Med.* 2020;31(5):e265–70.
53. Sadeqi M, Klouche S, Bohu Y, et al. Progresión de la puntuación psicológica ACL-RSI y regreso al deporte después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: un estudio prospectivo de seguimiento de 2 años del estudio de cohorte prospectivo francés de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (FAST). *Orthop J Deportes Med.* 2018;6(12):2325967118812819.
54. Sepúlveda F, Sánchez L, Amy E, Micheo W. Ligamento cruzado anterior Lesión: regreso al juego, función y consideraciones a largo plazo. *Representante Curr Sports Med.* 2017;16(3):172–8.
55. Shelbourne KD, Freeman H, Gray T. Osteoartritis después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: la importancia de recuperar y mantener el rango completo de movimiento. *Salud Deportiva.* 2012;4(1):79–85.
56. Sinsurin K, Vachalathiti R, Jalayondeja W, Limroongreungrat W. Alteración del pico de valgo de la rodilla durante el salto entre varias direcciones en atletas de baloncesto y voleibol. *Medicina deportiva asiática J.* 2013;4(3):195–200.
57. Toonstra J, Mattacola CG. Fiabilidad y validez test-retest de isométricos. Medición de la flexión y extensión de la rodilla utilizando 3 métodos para evaluar la fuerza muscular. *J rehabilitación deportiva.* 2013. <https://doi.org/10.1123/jscr.2013.TR7>.
58. Vedi V, Williams A, Tennant SJ, et al. Movimiento meniscal. Un estudio in vivo mediante resonancia magnética dinámica. *J Cirugía de la articulación ósea Br.* 1999;81(1):37–41.
59. Waldén M, Kroshaug T, Bjørneboe J, et al. Tres mecanismos distintos predominan en las lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto en jugadores de fútbol profesionales masculinos: un análisis de video sistemático de 39 casos. *Br J Deportes Med.* 2015;49(22):1452–60.
60. Webster KE, Feller JA. Explorando la alta tasa de nuevas lesiones en pacientes más jóvenes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2016;44(11):2827–32.
61. Webster KE, Feller JA. ¿Quién pasa las pruebas de regreso al deporte y qué pruebas están más fuertemente asociadas con el regreso al juego después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior? *Orthop J Deportes Med.* 2020;8(12):2827–32. <https://doi.org/10.1177/0363546516651845>.
62. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Desarrollo y validación preliminar. ción de una escala para medir el impacto psicológico del regreso al deporte después de una cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Phys Ther Sport.* 2008;9(1):9–15.
63. Webster KE, McPherson AL, Hewett TE, Feller JA. Factores asociados con el retorno al nivel de rendimiento deportivo previo a la lesión después de la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2019;47(11):2557–62.

64. Webster KE, Nagelli CV, Hewett TE, Feller JA. Factores asociados con preparación psicológica para volver al deporte después de la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Soy J Sports Med.* 2018;46(7):1545–50.
65. Wellsandt E, Failla MJ, Snyder-Mackler L. Los índices de simetría de las extremidades pueden sobreestimar la función de la rodilla después de una lesión del ligamento cruzado anterior. *J Orthop Deportes Phys. Ther.* 2017;47(5):334–8.
66. Wilson EK, Lahurd AP, Wilkens JH. Un mecanismo inusual de lesión del ligamento cruzado anterior en el patinaje artístico. *Clin J Sport Med.* 2012;22(2):160–2.

## Nota del editor

Springer Nature se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Listo      [enviar investigación ? a tu](#)      [Elegir](#)      [BMC y benefíciate de:](#)

- envío en línea rápido y conveniente
- revisión exhaustiva por pares realizada por investigadores experimentados en su campo
- publicación rápida sobre la aceptación
- soporte para datos de investigación, incluidos tipos de datos grandes y complejos
- Acceso Abierto Gold, que fomenta una colaboración más amplia y un aumento de las citas.
- máxima visibilidad para su investigación: más de 100 millones de visitas al sitio web al año

En BMC, la investigación siempre está en marcha.

Obtenga más información [biomedcentral.com/submissions](http://biomedcentral.com/submissions)

