

**TESIS**

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Análisis de los parámetros de retorno al juego posterior a la  
reconstrucción del LCA en jugadores de rugby del club CRAI”**

**Autores:**

**Eggstein, Juan Ignacio - N° DNI 42330308**

**Radin, Franco Nicolás – N° DNI 39255469**

**Director:**

**Lic. González, Ezequiel Andrés**

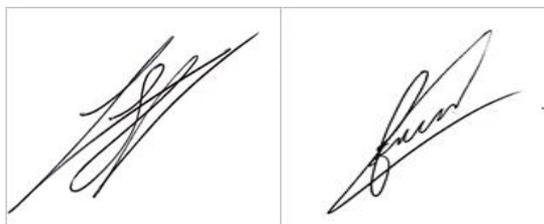
**Lugar:**

**Santa Fe**

**Fecha de Presentación:**

**23/08/2024**

**Firma de Autores**



## AGRADECIMIENTOS

La culminación de esta tesis representa no solo un logro académico, sino también el fruto de un esfuerzo colectivo. A lo largo de este camino, hemos contado con el apoyo invaluable de personas y grupos que han sido fundamentales para alcanzar este objetivo. A todos ellos, queremos dedicar estas palabras de agradecimiento.

En primer lugar, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional y diario ha sido el pilar fundamental durante todo este proceso. Cada uno desde su lugar nos ha ayudado aportando su granito de arena para potenciarnos. Su amor, comprensión y paciencia nos han dado la fuerza necesaria para enfrentar cada desafío de esta carrera.

A nuestros compañeros de cursado, personas hermosas que nos ha regalado esta carrera. Quienes han estado siempre a nuestro lado, brindándonos su compañía y aliento en los momentos más difíciles, convirtiéndolos en un buen momento y con quién hemos compartido vivencias hermosas que nos acompañarán por siempre en nuestros recuerdos.

A nuestros profesores y tutores de prácticas hospitalarias, quienes con su dedicación y pasión por la enseñanza nos han guiado a lo largo de nuestra formación académica. Sus enseñanzas y consejos personales han sido clave para nuestro crecimiento personal y profesional.

Al director de esta tesis, el Lic. Ezequiel González, cuya orientación, conocimiento y compromiso fueron indispensables para la realización de este trabajo. Su paciencia y sabiduría nos permitieron superar obstáculos y lograr este objetivo.

Finalmente, queremos agradecer a nuestros amigos de toda la vida, quienes han sido un constante recordatorio de la importancia de la amistad y el apoyo mutuo, dándonos siempre un motivo para reír y recargar energías. Gracias por estar siempre presentes, a pesar de la distancia y el tiempo.

## RESUMEN

**Introducción:** El LCA es fundamental para la estabilidad y propiocepción de la rodilla. Su ruptura es común en deportes de contacto como el rugby, debido a las exigencias físicas y biomecánicas. La rehabilitación es crucial para un retorno seguro al juego, pero no existe consenso claro sobre los criterios exactos para el RTP. Esto motiva a evaluar si los jugadores de rugby del club CRAI cumplen con estos estándares.

**Objetivo general:** Determinar si los jugadores que han retomado la competencia tras una RLCA cumplen con los estándares funcionales y clínicos recomendados para un retorno seguro al deporte.

**Materiales y métodos:** Se reclutaron 9 jugadores amateurs del club CRAI de Santa Fe con RLCA, actualmente en competencia, con edades de 18 a 30 años. Se evaluó la fuerza analítica (cuádriceps e isquiotibiales) mediante un dinamómetro manual, fuerza resistencia (SLBT y CRT), pruebas funcionales de salto (SLDJ, CMJ y MRH) y cuestionarios de autoevaluación subjetiva (ACL-RSI).

**Resultados:** Los resultados muestran que una proporción significativa de los jugadores no cumple con todos los criterios recomendados para un RTP seguro, observándose asimetrías funcionales y discrepancias entre los test funcionales y la autoevaluación subjetiva.

**Conclusión:** Solo 2 deportistas cumplen con los criterios de RTP. Se concluye que el LSI no es suficiente por sí solo para determinar el RTP y que otros factores deben ser considerados. Además, se resalta la importancia de seguir protocolos basados en evidencia para reducir el riesgo de re-lesión y garantizar la seguridad de los deportistas.

**Palabras claves:** Ligamento Cruzado Anterior - Lower Limb Symmetry - Return to Play  
- Rugby - Deportistas Amateurs

## ABREVIATURAS

<b>Frase completa</b>	<b>Abreviatura</b>
Ligamento cruzado anterior	LCA
Ruptura de Ligamento Cruzado Anterior	RLCA
Return to play	RTP
Lower Limb Symmetry	LSI
Single Leg Drop Jump	SLDJ
Counter Movement Jump	CMJ
90° Medial Rotation Hop For Distance	MRH
Single Leg Bridge Test	SLBT
Calf Raise Test	CRT
Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury	ACL-RSI
Hueso – tendón cuadricepsital - hueso	HTH
Semitendinoso – recto interno	ST-RI
Movimiento lateral de tronco	LTM
Valgo de rodilla	KV
Suma de KV y LTM	KVLTM
Período post operatorio	POP

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS .....	4
II.a	Objetivo general .....	4
II.b	Objetivos específicos.....	4
III.	MARCO TEÓRICO .....	5
III.a	Anatomía del LCA.....	5
III.b	Biomecánica del LCA .....	6
III.c	Lesión del LCA .....	7
III.c.i	Mecanismo de lesión y factores de riesgo.....	7
III.c.ii	Epidemiología .....	10
III.c.iii	Lesiones asociadas.....	10
III.c.iv	Lesión del LCA y rugby .....	11
III.d	Tratamiento quirúrgico.....	12
III.e	Rehabilitación .....	13
III.e.i	Importancia de la rehabilitación .....	15
III.f	Regreso al deporte .....	15
III.f.i	Riesgo del retorno precoz.....	16
III.f.ii	Test de retorno al deporte .....	17
III.f.iii	Cuestionario subjetivo .....	21
III.f.iv	Análisis biomecánico.....	21
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	24
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
V.a	Participantes.....	26
V.b	Revisión de la literatura .....	26
V.c	Trabajo de campo.....	29
V.d	Análisis biomecánico .....	32
VI.	RESULTADOS .....	34
VI.a	Resultados de la medición de Fuerza muscular.....	34
VI.a.i	Fuerza del músculo cuádriceps.....	34
VI.a.ii	Fuerza de los isquiotibiales .....	35
VI.b	Resultados de los test de salto .....	35
VI.b.i	Altura alcanzada en el Countermovement Jump (CMJ).....	35
VI.b.ii	Altura alcanzada en el Single Leg Drop Jump (SLDJ).....	36
VI.b.iii	Distancia alcanzada en el 90° Medial Rotational Hop for Distance (MRH).....	36

VI.c	Resultados de los test de fuerza resistencia .....	37
VI.c.i	Single leg bridge test (SLBT).....	37
VI.c.ii	Calf raise test (CRT).....	37
VI.d	Resultados del cuestionario ACL-RSI .....	38
VI.e	Resultados del análisis biomecánico durante el SLDJ .....	38
VII.	DISCUSIÓN.....	40
VII.a	Limitaciones del trabajo de investigación .....	48
VIII.	CONCLUSIONES .....	50
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
X.	ANEXOS.....	61
X.a	Consentimiento informado .....	61
X.b	Carta de solicitud de autorización al club CRAI .....	63
X.c	Escala Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury (ACL-RSI)..	64
X.d	Protocolo de entrada en calor – Trabajo de campo.....	66

## I. INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) forma parte del complejo ligamentario de la articulación femorotibial. Posee una disposición oblicua, situando su origen proximal en el sector posterior de la cara interna del cóndilo femoral externo, distalmente, se ancla en la superficie pre espinal de la meseta tibial. Su estructura es multi fibrilar, reconociendo dos fascículos funcionalmente diferentes, el antero medial (AM) y el postero lateral (PL). Cuya tensión funcional difiere, para el AM es mayor con la rodilla en flexión de 0° a 90° y para el PL en extensión.<sup>1</sup>

Su función radica principalmente en dos aspectos. Por un lado, el biomecánico, impidiendo el desplazamiento anterior de la tibia en relación al fémur, asegurando la artrocinemática de la articulación, forzando al fémur a deslizarse hacia anterior durante la flexión; y con la rodilla en extensión, prevenir la rotación axial de la tibia. Por otro lado, el aspecto propioceptivo, informando a la musculatura periarticular y así influir en la posición de la articulación, en la dirección y magnitudes de las fuerzas actuantes, con el fin de proteger la articulación.<sup>1</sup>

En el ámbito deportivo, la ruptura del ligamento cruzado anterior (RLCA) es una lesión frecuente. Se distinguen dos mecanismos, aquellos que se producen por un trauma físico directo y los que se dan en situaciones de no contacto. Este último es el más frecuente, ocurriendo en el momento del desmarque, cambio de dirección o al caer con una sola pierna luego de un salto. A la vez, se describen factores anatómicos del paciente y factores dinámicos que se relacionan con el mecanismo. Los primeros comprenden la estrechez de la escotadura intercondílea, un déficit de movilidad de la cadera y la morfología del platillo tibial. Los segundos involucran la contracción del cuádriceps, que lleva a una traslación tibial anterior; el aumento de la tensión del LCA durante el valgo; la posición de la rodilla, cuando se encuentra en semi flexión (menor a 40°) es el LCA la estructura más importante para limitar la traslación anterior tibial, quedando vulnerable a las fuerzas actuantes; también, la orientación del resto del cuerpo podría ayudar a la ruptura, la inclinación del tronco hacia el mismo lado, el pie por delante, al costado y lejos del centro de masa corporal, que ocurra un bloqueo en la cadera producido por una debilidad de los abductores, déficits de movilidad y activación tardía del cuádriceps en conjunto con los isquiotibiales; por último, la fuerza de reacción del piso y fuerza de compresión que recibe la rodilla en el aterrizaje de un salto, que comprometen la integridad del LCA si la misma se encuentra cercana a la extensión,

funcionando la flexión como un mecanismo de protección. <sup>2</sup>

Posterior a su ruptura se puede optar por un tratamiento conservador o uno quirúrgico. En este último, se utilizan comúnmente injertos autólogos para su reconstrucción. Los sitios donantes más frecuentes son los isquiotibiales (gracilis - semitendinoso) y el tendón rotuliano en la técnica hueso - tendón - hueso (HTH). <sup>3</sup>

La rehabilitación post operatoria (POP) en deportistas es un elemento fundamental para el return to play (RTP). La misma es un proceso metodológico donde se busca recuperar la funcionalidad y calidad de vida del deportista, con el objetivo de reincorporarlo a la actividad deportiva, alcanzando el nivel pre lesional y reduciendo la probabilidad de ruptura del injerto. Si bien el tiempo es un factor importante para la progresión, siendo necesario respetar los tiempos biológicos y el proceso de “religamentización”, se prefiere un protocolo por etapas, que se base en criterios objetivos para la progresión que surjan de pruebas físicas y parámetros clínicos que establece la evidencia científica. <sup>4</sup>

Dentro de los deportes amateurs con mayor popularidad, en los últimos años el Rugby ha ganado terreno en el país y también en Santa Fe, lo que aumentó el número de personas que lo practican, con un total de 143.000 jugadores activos en el país para el año 2017. Este deporte de grupo presenta una alta tasa de lesiones, dentro de estas, la RLCA se observa con bastante frecuencia y es una de las más temidas, ya que la evidencia es concluyente y la práctica clínica también, en cuanto al largo período de tiempo en el que el deportista se aleja de las canchas, y también, a la alta tasa de complicaciones o lesiones relacionadas que tienen lugar una vez que el sujeto regresa a su actividad deportiva. Dentro de las mismas, las más prevalentes son la ruptura del injerto, la RLCA de la extremidad contralateral y el desarrollo de osteoartritis en la articulación. <sup>5</sup>

Por último, la bibliografía plantea que para el RTP es necesario superar una batería de test funcionales, cuestionarios subjetivos y pruebas específicas, que argumenten un retorno seguro. Lo cierto es que la evidencia no es clara en cuanto a qué criterios se deben tener en cuenta, ni tampoco se encuentra una diferencia estadísticamente significativa en relación a la re ruptura, en aquellos pacientes que superan las pruebas de los que no lo hacen.

Por lo mencionado anteriormente, surge el interés de conocer si los deportistas masculinos amateurs del Club de Rugby Ateneo Inmaculada (CRAI) de la ciudad de Santa Fe que han sufrido la ruptura del ligamento cruzado anterior y ya se encuentran en etapa de competencia, ¿están cumpliendo los parámetros/criterios de los test para el retorno al juego que plantea la evidencia?

## II. OBJETIVOS

### *II.a Objetivo general*

El objetivo general del estudio es evaluar si los jugadores de rugby masculino del club CRAI que retornaron al deporte, luego de una RLCA, cumplen los criterios propuestos por la evidencia científica para el RTP.

### *II.b Objetivos específicos*

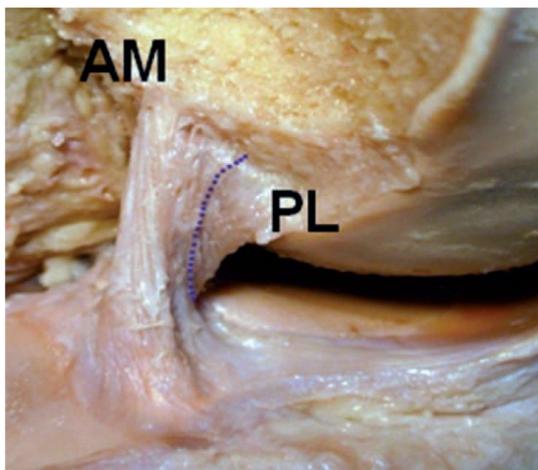
- Comparar si los resultados en ambas extremidades son similares o evidencian asimetría.
- Contrastar los resultados obtenidos en los test de fuerza analítica y los test funcionales, para analizar si existe relación entre la funcionalidad del paciente y los valores de fuerza analítica.
- Analizar si los resultados de los test funcionales y de fuerza analítica, tienen correlación con los valores de los cuestionarios de autovaloración subjetiva.

### III. MARCO TEÓRICO

La rodilla es la articulación de mayor complejidad en todo el cuerpo humano, resulta sorprendente cómo logra integrar dos funciones contradictorias, por un lado, la necesidad de poder resistir el peso del cuerpo cuando se encuentra en máxima extensión, posición en la que brinda gran estabilidad; pero por otro, en grados de flexión debe permitirse buena movilidad, la cuál es fundamental en situaciones dinámicas, con el objetivo de optimizar la orientación del pie en función al terreno, recibiendo, transfiriendo y disipando cargas entre el fémur, la tibia y el peroné. Cumplir con estas funciones no es tarea simple y se logra gracias a la compleja interacción de cada uno de sus componentes. Entender el funcionamiento de esta articulación ha sido un gran hito científico y foco de muchos estudios. Los conocimientos adquiridos se fueron utilizando para el tratamiento y rehabilitación de las múltiples y diversas afecciones que someten a la rodilla, dando como resultado avances increíbles, siendo quizás, la articulación donde se observa más desarrollo. Pese a esto, hay aspectos en los que la ciencia aún no ha logrado dar respuesta, por lo que continúa siendo foco de nuevas investigaciones. Todo esto convierte a la articulación de la rodilla en un mundo apasionante, que moviliza a seguir estudiando con el fin de ampliar el conocimiento actual.<sup>6,7</sup>

#### III.a Anatomía del LCA

El LCA tiene su origen en el área medial del cóndilo femoral lateral y se inserta en el centro de la eminencia de la meseta tibial junto al asta anterior del menisco lateral. Su estructura consta de dos haces principales, el haz anteromedial (AM) y el haz posterolateral (PL). El haz AM tiene su origen profundamente en la escotadura intercondilar directamente delante de la línea homónima y el borde del hueso condral, su inserción tibial se ubica cerca del asta anterior del menisco lateral aproximadamente en la primera marca del 30% de una línea sagital virtual que cruza la meseta tibial. Por su parte, el haz PL tiene origen en la parte anterior del haz AM, bordeando también el borde condral, y su inserción en la tibia se ubica ligeramente posterolateral al haz AM en aproximadamente 44% de la línea sagital virtual mencionada anteriormente. Según estudios más recientes, la longitud media del haz AM es de 33 mm y de 18 mm para el haz PL. Ambos haces se han asociado a diferentes roles en la estabilización antero posterior y rotacional de la articulación, por ende, su principal función es proporcionar estabilidad frente a la traslación tibial anterior y la rotación interna.<sup>8,9</sup>



*Imagen 1: haces anteromedial (AM) y postero medial (PM) <sup>1</sup>*

El LCA se compone de fibras colágeno tipo I, junto con nervios y distintos mecanorreceptores (corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Pacini, órganos tendinosos de Golgi y terminaciones libres) que desempeñan papeles fundamentales en la propiocepción de la articulación. El suministro de sangre primario al ligamento proviene de la arteria genicular media con suministro adicional de las arterias geniculares inferomedial e inferolateral. <sup>8,9</sup>

### **III.b Biomecánica del LCA**

El análisis biomecánico es crucial para entender el funcionamiento, la estabilidad de las articulaciones y la transmisión de fuerzas producidas en ellas, información que si se utiliza correctamente, a su vez, permite disminuir el riesgo de lesiones. En el caso de la rodilla es crucial este tipo de información ya que es una articulación donde su estabilidad y movimiento están controlados por partes blandas, entre ellos, sus ligamentos, siendo el LCA el más importante. La estructura ovalada/plana del LCA juega un papel importante en la estabilización de la traslación anterior tibial (ATT) de la articulación de la rodilla bajo diferentes ángulos de flexión. En extensión la ATT es baja, con un alcance máximo de 2 mm, y proporciona soporte estando de pie. En ángulos de flexión y al aplicar una carga anteroposterior externa la ATT puede aumentar hasta 3 mm al caminar y hasta 5,5 mm bajo la carga tibial anterior. En estudios recientes se ha demostrado que el componente PL tiene efectos estabilizadores particulares sobre las fuerzas anteroposteriores y de rotación en posiciones cercanas a la extensión, relajándose en flexión media y tensándose un poco más allá de la flexión de rodilla de 90°. Mientras que por su parte el haz AM se tensa en todo el rango de flexo-extensión, tendiendo a estar más tenso en ángulos de flexión más altos, entre los 60° y 90°. Sin

embargo, la relación recíproca sugerida de los dos paquetes es controvertida y todavía es discutida. <sup>8,9</sup>

### **III.c Lesión del LCA**

En el ámbito deportivo, las lesiones del ligamento cruzado anterior son un suceso frecuente, que conlleva repercusiones devastadoras en el atleta que la sufre y su entorno. La misma se da en sujetos jóvenes, que en el corto plazo desarrollan déficits funcionales que dificultan la práctica deportiva y aumentan el riesgo a sufrir una nueva lesión. Además, en el largo plazo, se pueden desarrollar una discapacidad progresiva significativa. Esta discapacidad se explica por las alteraciones funcionales y biomecánicas que se observan en la articulación. Los gestos deportivos, principalmente los saltos, los cambios de dirección o desaceleración, provocan episodios repetidos de fallo articular, con subluxaciones fémoro-tibiales, que bajo la influencia del peso corporal, producirán daños articulares secundarios (lesiones meniscales, condrales y capsuloligamentosas) y un aumento de la laxitud articular, que condicionará un deterioro articular progresivo. <sup>10,11</sup>

#### **III.c.i Mecanismo de lesión y factores de riesgo**

Hay 5 situaciones que propician la ruptura del LCA: 1) Desaceleración súbita que se acompaña de una contracción fuerte del cuádriceps; 2) Desaceleración en valgo con la rodilla semiflexionada, en posición de rotación externa y el pie fijo en la superficie; 3) hiperextensión; 4) Hiperflexión; 5) fuerza en valgo aplicada directamente a la rodilla. <sup>12</sup>

Se distinguen dos mecanismos, aquellos que se producen por un trauma directo y los que se dan en situaciones de no contacto. Este último es el más frecuente, ocurriendo principalmente por una rotación del fémur sobre la tibia fija, producto de un valgo forzado, el mecanismo más frecuente, también por la hiperextensión o hiperflexión de la rodilla, mecanismos menos frecuentes, pero de mayor gravedad. Movimientos que ocurren en el momento del desmarque, al caer de un salto con una sola pierna, en un cambio de dirección o cuando el cuerpo gira sobre la extremidad de apoyo. <sup>13,14</sup>



*Imagen 2: situación de contacto propia del deporte*

En relación a la posición de la rodilla al momento de la ruptura, los autores coinciden en que la mayoría se producen en una semiflexión. En esta situación la rodilla queda desprotegida por la ausencia de la acción de los isquiotibiales, por lo que el LCA es el principal estabilizador y limitante de la traslación anterior.<sup>15</sup>

Las lesiones que ocurren ante situaciones de no contacto se definen como multifactoriales, ya que en su producción interactúan diversos factores de riesgo. La ciencia se ha encargado de investigarlos y hoy en día se los divide en 4 grupos. Ambientales: tipo de superficie de juego, equipo de protección, condiciones meteorológicas, calzado, donde también podemos mencionar a la fatiga muscular y la preparación física, ambos son factores controvertidos y muy discutidos; Anatómicos: alineación de la extremidad inferior, laxitud articular, fuerza muscular, déficit en la movilidad de cadera, estrechez del surco intercondíleo femoral y tamaño del LCA; Hormonales: efectos de los estrógenos sobre las propiedades mecánicas del LCA; y Biomecánicos: que surgen de una alteración del control neuromuscular que modifica los patrones de movimiento e incrementa las cargas articulares.<sup>16,17</sup>

En relación a estos últimos, se sabe que no solo es importante la posición de la rodilla, sino también la del resto del cuerpo. Se ha demostrado que la carga axial que somete al LCA durante la desaceleración brusca que sucede en los gestos deportivos es la principal responsable de su ruptura. La misma en condiciones normales se reduce gracias a la flexión paulatina de rodilla y de cadera, que además pasa de rotación

externa y abducción a rotación interna. Todo esto, acompañado de una inclinación del tronco hacia adelante. Lo anterior hace referencia a una posición atlética que reduce la carga axial y tiene una función protectora sobre la rodilla. Pero en las lesiones, este patrón se altera y se observan diferentes alteraciones biomecánicas que no permiten absorber adecuadamente las cargas. <sup>18</sup>



*Imagen 3: gesto deportivo que posiciona al LCA en una situación de riesgo*

La carga axial se incrementa y por ende el riesgo de lesión, por la orientación del tronco, la cadera y tobillo. En aterrizajes con el pie plano y flexión mínima de rodilla, toda la fuerza de reacción del suelo se transmite sin disiparse, produciendo que las fuerzas impulsivas y compresivas se concentren en la rodilla, situación en la que los vectores de estas fuerzas provocan un colapso articular en valgo junto a una fuerza de traslación tibial anterior. La bibliografía plantea, por un lado, una “posición de no retorno” cuando la cadera se encuentra bloqueada en extensión durante algunos milisegundos y el pie en apoyo plantígrado, posicionando a la rodilla en un valgo, rotación externa y semiflexión. Por otro lado, la paradoja de “cadera extendida y rodilla flexa”, donde se evidencia una activación tardía del cuádriceps e isquiotibiales, que se acompaña de una extensión de cadera por contracción del glúteo, por lo que el tronco permanece en extensión con inclinación posterior, quedando en esta posición, únicamente el LCA como restrictor de la traslación tibial anterior, aumentando la tensión del mismo. Cuando la tensión supera la fuerza que es capaz de soportar esta estructura, sufre su ruptura. Por último, la bibliografía describe que en la mayoría de los casos el jugador tiene una inclinación del tronco hacia el lado de la pierna que se lesiona, con el pie por delante, al

costado y lejos del centro de masa corporal. Provocando finalmente un mayor momento de abducción externa sobre la rodilla, lo que se traduce en una mayor tensión sobre el LCA. <sup>19-23</sup>

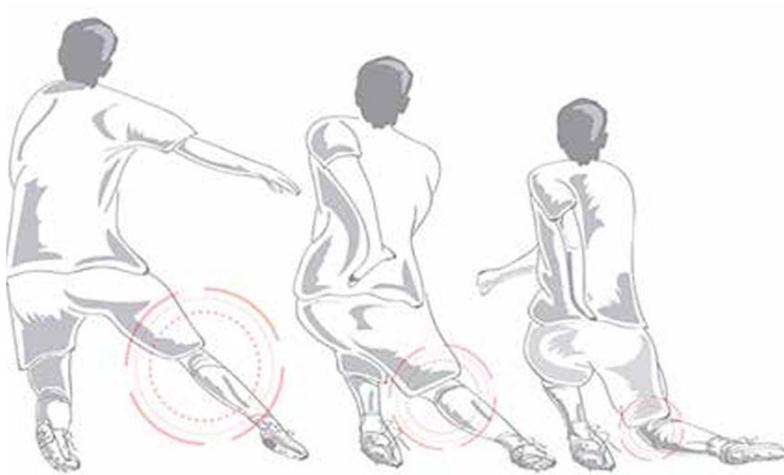


Figura 3: Situación de lesión en la que (a) el jugador posiciona el pie lejos de su centro de gravedad, por delante del cuerpo (b) con tilt homolateral del torso sobre el lado afectado con colapso en valgo de rodilla (c) luego de la lesión del LCA en la posición final en valgo y rotación externa.

Imagen 4: A – B – C <sup>22</sup>

### III.c.ii Epidemiología

Dentro de las lesiones que ocurren en el ámbito deportivo, la RLCA es una de las más frecuentes, con una incidencia de 200.000 lesiones por año en los Estados Unidos, afectando mayormente a atletas entre 15 y 25 años. La gran mayoría de estas lesiones requieren de la cirugía y una rehabilitación intensiva, que implica un período de tiempo de alrededor de 1 año. Sólo el 82% puede volver a practicar deportes. Cifra que se reduce mucho más (44%) si hablamos de volver a realizar actividades deportivas competitivas. <sup>24</sup>

Esta injuria ocurre principalmente en deportes de contacto, el 80% del total de lesiones se produce con un mecanismo de no contacto. En el Rugby, la evidencia plantea que la proporción de lesiones sin contacto es del 54%, con una incidencia de 0,06 por 1000 horas-jugador. Por lo que en este deporte la lesión por contacto adquiere gran importancia y también es frecuente. <sup>25</sup>

### III.c.iii Lesiones asociadas

Cabe mencionar que es normal encontrarse con lesiones asociadas a la RLCA, que ocurren como consecuencia del mismo mecanismo que le dio origen o por la ausencia crónica de dicha estructura, que modifica la biomecánica normal de la

articulación. El 73% de los pacientes experimentan lesiones meniscales, el 80% presentan contusiones óseas concomitantes y en un 10% se afecta el cartílago articular con la necesidad de reparación.<sup>26</sup>

Por un lado, las lesiones meniscales poseen un carácter crónico, aumentando el riesgo de afecciones concomitantes relacionándose con la progresión hacia la artrosis. Los mismos se pueden afectar junto al LCA en el momento de la lesión, principalmente el menisco lateral, pero también como consecuencia de la ausencia crónica del LCA, en este caso comprometiendo en mayor medida al menisco medial.<sup>14,27</sup>

Por otro lado, debido al propio mecanismo de lesión, relacionado por el componente axial en los movimientos de valgo forzado, se puede afectar tanto el componente óseo como articular. Estas lesiones comprenden contusiones, edema óseo, edema subcondral o micro fractura subcondral. Las mismas se observan con mayor frecuencia en el platillo tibial externo.<sup>14</sup>

#### *III.c.iv Lesión del LCA y rugby*

El rugby es un deporte con alto riesgo de lesiones, en el que los jugadores experimentan una gran intensidad de juego, realizan constantemente carreras multidireccionales con repentinos cambios de dirección, saltos y caídas, contactos físicos recurrentes que generan perturbaciones posturales y colisiones bruscas; todas ellas son actividades que requieren fuerza y potencia máxima. Esto intercalado por períodos de trote y caminata, de menor intensidad.<sup>28</sup>



*Imagen 5: acción recurrente de contacto físico de un partido*

La evolución del deporte amateur a nivel clubes en nuestro medio ha hecho que reciba muchas influencias del profesionalismo, por lo que hoy en día comparten características en cuanto al entrenamiento y optimización del rendimiento físico, con gran cantidad de carga y estímulos semanales; esto, en conjunto a los matices del amateurismo. Entre ellos podemos mencionar inconsistencias en aspectos nutricionales, controles médicos, estudio de variables psicológicas influyentes, adecuado descanso y entrenamientos posteriores a largas jornadas laborales.<sup>29</sup>

Por lo tanto, los jugadores amateurs experimentan altas demandas físicas muchas horas por semana y es esto un factor que los expone a sufrir lesiones frecuentemente. Un estudio epidemiológico de prevalencias e incidencias de lesiones en un equipo de rugby amateur de Argentina estableció que la RLCA no es la lesión más frecuente, con una prevalencia del 4,7% del total de lesiones, observándose una variación entre posiciones, siendo más frecuente en forwards (5,8%) y una incidencia de 1,4 lesiones cada 1000 horas de partido. Pero la misma es la que aleja de las canchas a los jugadores por mayor cantidad de días y es la que más comúnmente pone fin a la carrera del deportista.<sup>5</sup>

### **III.d Tratamiento quirúrgico**

Posterior a la ruptura se puede optar por un tratamiento conservador o uno quirúrgico. En este último, se utilizan autoinjertos o aloinjertos. Los más utilizados son los autólogos, dentro de ellos tenemos tres sitios donantes posibles, el tendón patelar, conocido como hueso – tendón – hueso (HTH), los isquiotibiales, semitendinoso y recto interno (ST-RI) y también el tendón cuadriceps, una opción menos desarrollada en la literatura pero que se puede encontrar en la práctica clínica. Cada una de estas opciones presenta ventajas y desventajas, la elección se ajusta al paciente y a la preferencia del cirujano. Cabe destacar que utilizar ST-RI presenta una desventaja funcional, al alterar la fuerza y propiocepción de la musculatura, la que está muy asociada a la protección del LCA actuando en sinergia. Por tal motivo, en jugadores que realizan deportes de contacto como el rugby se prefiere utilizar HTH, para evitar el riesgo a una ruptura del injerto y a desgarros en la musculatura isquiotibial.<sup>30</sup>

### **III.e Rehabilitación**

El protocolo de rehabilitación del LCA que fue sometido a cirugía de reconstrucción se divide en 6 fases, teniendo cada una de ellas una lista de objetivos y medidas de resultados que deben cumplirse para pasar a la siguiente. Las seis fases son:

- fase preoperatoria
- fase 1: recuperación de la cirugía
- fase 2: fuerza y control neuromuscular
- fase 3: carrera, agilidad y aterrizajes
- fase 4: vuelta al deporte
- fase 5: prevención de una nueva lesión <sup>31</sup>

#### **Fase preoperatoria.**

Cada vez está más estudiado que es esencial que la rehabilitación de una lesión del LCA comience inmediatamente después de la evaluación inicial en el consultorio antes de cualquier intervención quirúrgica. Los detalles de las actividades deportivas actuales del paciente y de cualquier aspiración futura son importantes al planificar la rehabilitación posoperatoria. Antes de considerar la cirugía, se espera que los pacientes cumplan una serie de condiciones, incluido un ROM completamente normal, igual al de la rodilla opuesta, derrame reducido en la rodilla, marcha normal y recuperar un 90% de fuerza de cuádriceps y los isquiotibiales en comparación con el lado sano. Para lograr esos fines, se utiliza una serie de ejercicios junto con un Cryo/Cuff para reducir la hinchazón. Los ejercicios incluyen estiramientos con toalla, ejercicios de apoyo del talón, hábito de extensión de pie, ejercicios de deslizamiento del talón, y entrenamiento de la marcha. <sup>32</sup>

#### **Fase 1: recuperación de la cirugía.**

La cirugía de reconstrucción del LCA es traumática para la rodilla y se requiere un período de descanso y recuperación después de la operación. Uno de los objetivos de esta fase es reducir la hinchazón, por lo que se instruye a los pacientes a que limiten las actividades fuera de la cama durante los primeros 5 días después de la cirugía, realizando crioterapia y compresión en la rodilla y en el sitio donante del injerto. También es muy importante lograr la extensión completa de la rodilla lo antes posible por lo que se recomienda realizar ejercicios suaves de amplitud de movimiento para mejorar dicho movimiento. <sup>31,32</sup>

## **Fase 2: fuerza y control neuromuscular.**

Los objetivos en esta fase son la recuperación de la fuerza muscular, el equilibrio y el control neuromuscular. Generalmente se comienza con ejercicios fáciles con el uso del propio peso corporal y avanza hacia ejercicios con pesos externos. Otra consideración es el uso de ejercicios de cadena cinética cerrada (CCC) o cadena cinética abierta (CCA), que si bien fue motivo de mucho debate en los últimos años, se termina inclinando por comenzar preferentemente con ejercicios en CCC ya que estos aportan una fuerza de compresión a través de la rodilla más significativa con activación de la co-contracción de los músculos cuádriceps e isquiotibiales. Estos dos factores ayudan a reducir las fuerzas de cizalla anterior en la rodilla, que de otra forma se aplicaron sobre el injerto del LCA en maduración. Los ejercicios típicos para el manejo de esta fase incluyen los step-ups, sentadillas, puentes, elevaciones de pantorrillas, fortalecimiento de abducción de cadera, ejercicios de reeducación de la marcha. También podrían incluirse actividades aeróbicas sin impacto tales como ciclismo y natación.<sup>31,33</sup>

## **Fase 3: carrera, agilidad y aterrizajes.**

La fase 3 de este protocolo contempla el regreso a la carrera, la agilidad, los saltos, así como la continuación de un programa neuromuscular y de fuerza basado en el gimnasio. La rodilla debe estar deshinchada y libre de dolor durante esta fase, se pone énfasis en la técnica correcta, especialmente en las tareas de desaceleración como aterrizar después de un salto. Es fundamental perfeccionar la biomecánica del aterrizaje y el pivote antes de volver completamente al deporte (fase 4). Los ejercicios de esta fase suelen incluir ejercicios de agilidad como carreras de slalom, ejercicios en escaleras de coordinación, saltos bilaterales y unilaterales, saltos a cajón, aterrizajes bilaterales y unilaterales con perturbaciones.<sup>31</sup>

## **Fase 4: vuelta al deporte.**

Aquí se comienza a centrar no solo en la preparación de la rodilla para el deporte, sino también en toda la persona. La rodilla debe estar estable y fuerte, con un patrón neuromuscular y biomecánico óptimos. Por su parte el atleta necesita tener confianza y estar mentalmente preparado para volver al deporte, esto vendrá de la repetición de situaciones exitosas de entrenamiento y juego. Es necesario durante esta fase realizar una base de trabajos de fuerza, equilibrio, aterrizajes y agilidad, pero el énfasis está en el entrenamiento progresivo, de restringido a no restringido, y un eventual retorno a la competencia cuando esté listo el deportista.<sup>31</sup>

### **Fase 5: prevención de una nueva lesión.**

Esta fase tiene como objetivo mejorar el control neuromuscular de los individuos durante las tareas de pie, corte y aterrizaje. Los componentes clave de un programa de prevención de lesiones deben incluir ejercicios pliométricos, de equilibrio y de fortalecimiento.<sup>31</sup>

#### ***III.e.i Importancia de la rehabilitación***

Este proceso es fundamental para aquellos pacientes que han sufrido la RLCA y quieren volver a tener un estilo de vida activo, mucho más aún, si su objetivo es retomar de manera segura las actividades deportivas. El riesgo posterior a la cirugía es evidente, una revisión sistemática de estudios prospectivos encontró que 5,8% de los pacientes sufrieron un fracaso del autoinjerto y el 11,8% tuvieron un desgarro del LCA en la extremidad contralateral, dentro de los 5 años posteriores. Por otro lado, volver a practicar el deporte que se realizaba previo a la reconstrucción no es tarea sencilla, requiere de una gran preparación y en muchas ocasiones no se llega al objetivo. Ardern et al. informaron que, si bien entre el 74% y el 87% de los pacientes regresaron a realizar actividad física normal, solo entre el 59% y el 72% de los pacientes regresaron al deporte que practicaban antes de la lesión, y solo entre el 46% y el 63% de los pacientes regresaron a los deportes competitivos. Los mismos autores demostraron que de estos deportistas que volvieron a practicar su deporte, sólo el 65% regresaron a su nivel competitivo previo.<sup>34</sup>

#### ***III.f Regreso al deporte***

La progresión del deportista a través de las fases terminales de la rehabilitación después de lesión o cirugía y los criterios necesarios para la determinación del Return to Play (RTP) sigue siendo un tema controvertido en la comunidad de la medicina deportiva. Los deportistas que retornan a su deporte tienen alto riesgo de sufrir una lesión posterior. Un aspecto clave para disminuir este riesgo es lograr la simetría en la fuerza muscular de las extremidades, principalmente en los extensores de rodilla. Para evaluarla, el gold standard es la dinamometría isocinética, utilizando el Índice de Simetría de las Extremidades (LSI) para comparar los valores, se considera que un resultado mayor al 90% es normal y aporta seguridad en el RTP.<sup>35</sup>

Lamentablemente por accesibilidad y altos costos, la mayoría de deportistas no pueden realizar este estudio. Por lo que se han buscado alternativas confiables, que

sean aplicables clínicamente y tengan una asociación positiva con la dinamometría isocinética. Algunos autores se basan en determinaciones objetivas de la fuerza a través de dinamometría manual, mientras que otros se basan en las pruebas de rendimiento funcional, como las pruebas de salto. Luego, con estos resultados se puede calcular el LSI de las extremidades, con el objetivo de garantizar que la extremidad operada alcance un nivel aceptable de fuerza o función, en comparación con la sana, para minimizar el riesgo de lesionarse al volver al deporte.<sup>36</sup>

Lo cierto es que ninguna ha demostrado ser suficiente por sí sola para determinar objetivamente si un deportista se encuentra apto para el regreso al deporte. Por este motivo, se encuentra un gran desacuerdo dentro de la comunidad profesional en cuanto a qué datos se deben tener en cuenta durante este proceso de reinserción deportiva. Como resultado, la elección del momento oportuno continúa generando gran controversia, siendo un tema muy debatido en la bibliografía actual, que va tras la búsqueda de obtener información que brinde mayor seguridad a los profesionales a la hora de tomar estas decisiones.<sup>33</sup>

### ***III.f.i Riesgo del retorno precoz***

La decisión de RTP es tan difícil porque cuando un deportista lo hace, lleva inherentemente consigo ciertos riesgos, tanto a corto como a largo plazo, que se ven aumentados por la presencia de lesión previa. Rauh et al. apreciaron que hasta un 25% de los deportistas lesionados comunicaron lesiones múltiples y que los deportistas lesionados tenían dos veces más probabilidades de sufrir una lesión diferente. Un posible mecanismo de este aumento de riesgo puede ser el retorno precoz al deporte, antes de la resolución de la afección.<sup>37</sup>

Estas complicaciones surgen como consecuencia de patrones motores compensadores que desarrollan en un intento de ejecutar una tarea deportiva. Neitzel et al. comunicaron un retraso de 12 meses tras la reconstrucción del LCA antes de que los deportistas fueran capaces de equilibrar por igual las fuerzas a través de su extremidad afectada y no afectada durante una tarea sencilla de sentadilla. Paterno et al. demostraron que 2 años después de la reconstrucción unilateral del LCA, los pacientes continuaban aplicando cargas excesivas sobre el miembro no afectado durante los movimientos funcionales dinámicos, lo que podría resultar en una tensión excesiva sobre el miembro previamente no lesionado. Si hablamos a largo plazo, la preocupación más importante posterior a cualquier lesión de la extremidad inferior es el

desarrollo de la artrosis. Varios autores comunican la incidencia elevada de artrosis de rodilla tras lesión de LCA, independientemente del tratamiento optado (conservador o quirúrgico).<sup>38,39</sup>

### **III.f.ii Test de retorno al deporte**

- **Test de saltos**

En la práctica clínica, las pruebas de salto, tanto a una pierna como a dos piernas, son utilizadas para evaluar el estado funcional de los atletas, la fuerza potencia, para poder detectar asimetrías en las extremidades o monitorear el progreso de algún tipo de intervención específica. Las distintas pruebas que la evidencia propone permiten a los terapeutas tomar decisiones clínicas objetivas. Históricamente se han descrito múltiples test, los más populares incluyen diversos saltos frontales (single hop test/triple hop test) en los que se cuantifica la distancia alcanzada. Pero estos no son específicos para el RTP, ya que poseen una capacidad limitada para evidenciar déficits en movimientos más complejos, por lo que no serían los indicados para este estudio, teniendo en cuenta que el rugby es un deporte de pivote que requiere de movimientos multidireccionales. Por este motivo, se prefieren pruebas más desafiantes para el deportista, que impliquen, a la vez que se impulsan, realizar otros movimientos, como la rotación medial y los desplazamientos laterales. De esta manera se logra asimilar la evaluación con el gesto deportivo.<sup>35</sup>

Además, muchos parecen no ser tan sensibles para evaluar la fuerza extensora del cuádriceps, mostrando pobre asociación con los resultados obtenidos con la dinamometría isocinética, debido a la utilización del impulso de los brazos para avanzar hacia adelante. Para conocer la simetría del aparato extensor sin la necesidad de contar con los datos de este costoso estudio, se decidió utilizar los saltos verticales. Ya que se ha demostrado que los mismos tienen una mayor correlación con los resultados obtenidos en la dinamometría, demostrando que se pueden utilizar como sustitutos prácticos y sencillos, convirtiéndose en una herramienta muy útil en el ámbito clínico. Esta diferencia se da porque los saltos verticales implican impulsar el peso del cuerpo contra la gravedad sin la ayuda de los miembros superiores, requiriendo una mayor fuerza y potencia de la musculatura extensora.<sup>36</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizarán las siguientes evaluaciones:

- **Counter movement jump (CMJ):** sobre una alfombra de saltos se realiza un salto bilateral, posterior a un contra movimiento. El objetivo es alcanzar la máxima altura. La bibliografía plantea valores normativos para jugadores de rugby dividiéndolos entre forward y backs. Se considera un rendimiento excelente >47 cm para los forwards y >50 cm para los backs, muy bueno entre 42-47 cm y 45-50 cm, bueno de 38-42 cm y 41-45 cm, por encima del promedio 36-38 cm y 39-41 cm, promedio 32-36 cm y 34-39 cm, por debajo del promedio 30-32 cm y 32-34 cm, pobre 26-30 cm y 27-32 cm, muy pobre 22-26 cm y 23-27 cm, extremadamente pobre <22 cm y <23 cm respectivamente.  
Para su ejecución los sujetos comienzan desde una posición erguida, ambos pies en paralelo con las manos en a cintura. Se les pide que realicen un contra movimiento para luego impulsarse verticalmente buscando alcanzar la máxima altura posible, aterrizando nuevamente con ambos pies sobre la plataforma, manteniendo la posición por al menos 2 segundos. El salto se considera nulo cuando las manos se liberan de la cintura, pierden el equilibrio, o cuando necesitan un salto corto adicional después de aterrizaje inicial.<sup>40</sup>
- **Single leg drop jump (SLDJ):** los sujetos comienzan la prueba sobre un cajón de 15 cm ubicado por fuera de la plataforma de salto. Se les indica previamente que deben dejarse caer a la plataforma con un sólo pie e inmediatamente saltar verticalmente, buscando contactar el menor tiempo posible sobre la plataforma. Luego deben aterrizar con el mismo pie y mantener la posición por al menos 2 segundos. Durante todo el tiempo las manos tienen que permanecer en la cintura. El intento es considerado nulo si las manos se separaron en algún momento de la cintura, si en vez de dejarse caer del cajón realizan un salto, si en algún momento la extremidad no evaluada contacta con el suelo, si pierden el equilibrio o realizan un salto corto adicional después del aterrizaje inicial.<sup>41</sup>
- **90° medial rotation hop for distance (MRH):** los participantes comienzan parados sobre la extremidad a evaluar, ubicando el borde interno del pie en la línea de 0 cm de la placa. Desde dicha posición los participantes deben saltar en dirección medial, girando 90° para aterrizar con el mismo pie de manera transversal a la posición inicial, buscando alcanzar la mayor distancia posible. Se permite el uso libre de los miembros superiores. Al caer deben mantener la posición durante al menos 2 segundos. Se registra la distancia en centímetros

desde la línea de inicio hasta el borde de los dedos del pie. La prueba se anula cuando giran el pie en la dirección del salto antes del despegue, no respetan la posición de aterrizaje, tocan el suelo con el miembro no evaluado o con los miembros superiores, pierden el equilibrio o necesitan de un salto corto adicional al momento del aterrizaje. <sup>35</sup>

- **Fuerza**

La debilidad muscular, como componente de la función muscular, es un deterioro que se observa comúnmente en poblaciones clínicas y se ha documentado ampliamente que afecta la función física. Dos componentes importantes de la función muscular son, la fuerza máxima, que es la máxima contracción que un grupo de músculos puede producir; y por otro lado, la fuerza resistencia, que es el tiempo que puede tolerar un grupo de músculos realizando un determinado trabajo. En pacientes con RLCA es importante conocer la fuerza analítica de los músculos del miembro inferior, fundamentalmente los músculos cuádriceps e isquiotibiales. <sup>41,42</sup>

Para la fuerza máxima existen dinamómetros de mano, que son dispositivos portátiles y de bajo costo que evalúan la fuerza de manera isométrica, indicando el resultado en Newtons. Estos se amarran a una estructura fija para que los sujetos puedan traccionar de él. Se realizan contracciones que deben mantenerse durante 3 a 5 segundos, empleando 3 intentos para cada grupo muscular, con pausas de 30 segundos entre cada uno, y luego se selecciona el mejor de los resultados, teniendo en cuenta que las ejecuciones se realicen sin compensaciones con el tronco o alguna otra parte del cuerpo. <sup>42</sup>

- **Fuerza del músculo cuádriceps:** los participantes se sientan en una camilla de espaldas a la estructura de fijación, con una flexión de rodilla y cadera de 90°, el dinamómetro se enlaza por encima de los maléolos de la pierna a evaluar. Con ambos brazos cruzados en el pecho, se les pide que realicen la máxima fuerza posible para extender la rodilla.
- **Fuerza de los músculos isquiotibiales:** en este caso los participantes se sientan en la camilla de frente a la estructura de fijación, también se evalúa a 90° de flexión de rodilla y cadera, el dinamómetro se enlaza a la misma altura. Con los brazos en cruz a la altura del pecho, se les pide que empujen con la máxima fuerza posible con la intención de flexionar la rodilla.

Por su parte, la fuerza resistencia se evaluará de manera analítica mediante los siguientes test:

- **Single leg bridge test (SLBT):** este test evalúa al grupo muscular isquiotibial. El objetivo es realizar la mayor cantidad de repeticiones posible. La bibliografía plantea como valores de referencia para jugadores de fútbol australiano (edad promedio 20,7 años) que una puntuación igual o menor a 20 repeticiones se considera mala, entre 21-29 media e igual o mayor a 30 buena. Para su realización los participantes acuestan en el suelo con el talón de la extremidad a evaluar sobre un cajón de 60 cm de altura, colocando la pierna con una flexión de rodilla de 20°. El miembro no evaluado debe permanecer en el extendido en el aire durante todo el test y los brazos se ubican cruzados sobre el pecho. Se solicita que empujen con el talón de apoyo hacia abajo para levantar la cadera del suelo y luego bajar de manera controlada hasta contactar levemente el suelo, para volver a repetir la acción. Se permite una advertencia cuando el participante pierde la forma correcta de ejecución, a la segunda se da por finalizado el test. <sup>43</sup>
- **Calf raise test (CRT):** este test evalúa al complejo gastro-soleo. El objetivo, al igual que el test anterior, es realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles. En este caso, la bibliografía plantea que el número mínimo de repeticiones que indica un desempeño normal es de 25, para sujetos entre 20 y 59 años. Para su realización los participantes se ubican parados de forma erguida sobre un solo pie en un cajón de 20 cm, contactando el mismo sólo con el antepié. Se les permite apoyar con 2 dedos de la mano en la pared, a la altura de los hombros. Se utiliza un metrónomo para asegurar que los sujetos lo ejecuten a un ritmo de 60 beats por minuto (BPM). La evaluación se detiene cuando los participantes no logran elevar el talón lo suficiente o hacer el ciclo completo, pierden el ritmo, modifican el ángulo de las rodillas, la posición del tronco o usan la pared para ayudarse. <sup>44</sup>

Con los resultados de las evaluaciones de salto y fuerza, se calcula el LSI de las extremidades con el fin de conocer la simetría existente entre ambas piernas y así determinar el riesgo de lesión que presenta cada jugador. En relación al mismo, la evidencia plantea que una diferencia <90% es indicativa de un riesgo aumentado para lesionarse y es un criterio que demuestra que los deportistas no están aptos para el RTP. <sup>35</sup>

### **III.f.iii Cuestionario subjetivo**

Los factores psicológicos en el deporte son un tema que cada vez toma más fuerza, y a la hora del retorno al deporte no es la excepción. Durante muchos años, luego de una RLCA, se han hecho muchas investigaciones respecto a cómo la función de la rodilla se ve afectada por la cirugía, pero no se ha prestado demasiada atención a los factores psicológicos que pueden influir en el regreso de un atleta al deporte. Esto es significativo ya que se ha demostrado que hasta el 50% de los atletas no regresan a su nivel de participación deportiva previo a la lesión luego de la reconstrucción del LCA a pesar de haber sido rehabilitados físicamente. En un estudio muy interesante, Kvist et al. en el cuál encuestaron a 62 atletas después de la reconstrucción del LCA, encontraron que dentro del 47% que no había regresado a su actividad previa a la lesión luego de la cirugía, el 24% informó que el motivo era el miedo a volver a lesionarse.<sup>45-47</sup>

Por lo tanto, es particularmente útil comprender los aspectos psicológicos de la recuperación de una lesión de LCA. La escala Anterior Cruciate Ligament - Return to sport after injury (ACL-RSI) fue creada para evaluar la preparación psicológica con respecto a la vuelta al deporte y ha identificado aspectos psicológicos para los que los pacientes pueden necesitar asesoramiento, concurrente con la rehabilitación física, para aumentar sus posibilidades de éxito en la vuelta al deporte. El valor umbral que comúnmente se utiliza para indicar un resultado satisfactorio es una puntuación mayor o igual a 65, la cual indica una rehabilitación satisfactoria, con una preparación psicológica adecuada para enfrentar el RTP.<sup>48,49</sup>

### **III.f.iv Análisis biomecánico**

Otro aspecto fundamental a tener en cuenta en el RTP, además de lo planteado anteriormente, es poder evaluar el control neuromuscular que poseen los atletas luego del período de rehabilitación posterior a la cirugía, el mismo surge como resultado de un complejo equilibrio entre fuerza, movilidad, conciencia cinésica a través de una adecuada propiocepción, una mecánica articular eficiente y un sistema de control motor apto que posea la capacidad de adaptarse durante los movimientos.<sup>50</sup>

Es evidente que la rodilla no es una estructura aislada, sino una articulación intermedia dentro de un sistema, en el que los diferentes segmentos interactúan entre sí en diferentes planos durante las actividades deportivas, coordinar los movimientos de

las articulaciones de tobillo y cadera es fundamental para la óptima posición de la rodilla durante estas tareas. Son múltiples las alteraciones que se pueden observar luego de la RLCA, todas ellas llevan a patrones anormales de acoplamiento articular tronco - cadera - rodilla - tobillo, principalmente en el plano sagital y colocan a la rodilla en posiciones que conllevan un alto riesgo potencial de lesión de las estructuras pasivas que se someten a tensiones excesivas.<sup>51</sup>

En muchas ocasiones sucede que se encuentra simetría entre ambas extremidades en los parámetros de fuerza muscular y altura en los diferentes test de salto, los resultados son aceptables y se ubican dentro de los valores considerados normales, por lo que estarían prediciendo un retorno seguro. Sin embargo, estos resultados pueden estar ocultando deficiencias en el control neuromuscular de la extremidad afectada, ya que no tienen en cuenta la calidad de los movimientos al realizar estas evaluaciones ni se preocupan por las estrategias utilizadas por los pacientes para ejecutarlas. Subestimar el análisis biomecánico como variable en el RTP puede ser un gran problema. La evidencia es clara, luego de la RLCA se afecta la coordinación y el control neuromuscular de la extremidad inferior durante una tarea dinámica, esto aumenta significativamente el riesgo de una segunda lesión y/o la RLCA contralateral, más aún si se retoma la competencia deportiva.<sup>52</sup>

Por lo dicho anteriormente, resulta fundamental valorar las posibles alteraciones funcionales en los atletas que se encuentran en la etapa del RTP, con el objetivo de identificarlas y corregirlas para que vuelvan al deporte con menor riesgo de lesionarse. El gold standard para evaluar estos aspectos es el análisis de video tridimensional (3D), pero esto requiere un equipo sofisticado y costoso, por lo que rara vez se utiliza. Es por eso que la evidencia propone la utilización del video bidimensional (2D) como un sustituto válido. El mismo se puede realizar con una cámara de vídeo estándar, por lo que se puede hacer de forma sencilla en el ambiente clínico.<sup>53,54</sup>

Para evidenciar estos patrones, se utilizan pruebas de detección. Una de las que ha demostrado ser más sensible es el SLDJ, que permite valorar de manera unilateral y posterior a esto realizar una comparación entre la extremidad sana y la operada. Lo que ayuda a identificar si el deportista realiza movimientos compensatorios o utiliza patrones alterados durante las tareas dinámicas. Además, esta prueba simula uno de los mecanismos de lesión más frecuente, el aterrizaje a una pierna. Estudios anteriores han encontrado mayor asimetría en distintas variables cinemáticas durante este salto en sujetos con RLCA en comparación con sujetos no lesionados y

han relacionado estos déficits a un riesgo aumentado de sufrir la ruptura del injerto o una RLCA contralateral.<sup>55</sup>

Para capturar los datos relacionados a estas variables, se graban las pruebas de detección en video 2D desde un plano frontal. Luego se utilizan programas de análisis biomecánico, uno de ellos es el Software Kinovea, que es una herramienta gratuita y validada científicamente, que permite analizar y comparar las características de los movimientos. Son múltiples las alteraciones biomecánicas que se pueden observar, los estudios plantean aumento del movimiento lateral de tronco (LTM), caída pélvica, aducción y rotación interna de la cadera, valgo de rodilla (KV), rotación tibial, hiperpronación del pie sumado a menores ángulos de flexión en cadera y rodilla.<sup>56,57</sup>

Sin embargo, el mayor énfasis se hace sobre el KV y el LTM. Que el valgo sea mayor y que el tronco se incline más hacia la rodilla afectada son patrones compensatorios que evidencian una debilidad de los abductores de cadera y los estabilizadores laterales de tronco, estos se relacionan con el momento abductor externo de la rodilla, uno de los factores de riesgo más comunes en las lesiones sin contacto. El mismo provoca fuerzas en valgo, que aumente la compresión axial sobre el compartimiento externo de la rodilla y que se genere una rotación interna tibial. Esta combinación puede resultar devastadora para el injerto y provocar la tan temida re-lesión. La evidencia más actual plantea que la suma de los ángulos de KV y LTM durante el SLDJ (KVLTM) resulta en la variable que más se correlaciona con este momento, indicando que aquellos sujetos que utilizan un patrón en el que combinan mayor valgo dinámico e inclinación ipsilateral del tronco, que se refleja en un KVLTM menor, presentan un mayor momento abductor externo de rodilla y por ende, mayor riesgo de re-lesión.<sup>58</sup>

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, en un contexto donde el deporte amateur va escalando a pasos agigantados en aspectos como la competitividad y la dedicación, al mismo tiempo escala en los riesgos que éste conlleva. Uno de los deportes que tiene gran popularidad en nuestro medio, es el Rugby, donde se observa una alta incidencia de lesiones de LCA, que lleva a jugadores a apartarse de la práctica deportiva por un tiempo. Por este motivo, en el ámbito de la rehabilitación deportiva, es muy frecuente para el profesional encontrarse con este tipo de pacientes y la complejidad que representa su cuadro.

Por otro lado, más allá de la lesión en sí, la evidencia es concluyente en la alta tasa de complicaciones que suceden cuando los deportistas retornan a su actividad. Lo que se convierte en una gran problemática para el paciente y el rehabilitador, y exige un mayor nivel de información y conocimiento sobre las variables influyentes, que permitan aplicar estrategias eficaces que logren disminuir estas situaciones.

Cumplir con los objetivos planteados en el estudio permitirá conocer el estado de salud de los deportistas evaluados, su rendimiento en las pruebas funcionales y de fuerza, con la posibilidad de realizar comparaciones entre los resultados de ambas extremidades, entre la fuerza analítica y la función, y, por último, con la autovaloración que ellos hacen de la función de su extremidad inferior.

Se pretende recolectar información sobre estas variables porque son las que se tienen en cuenta para el alta deportiva y el RTP. Por un lado, hay mucha evidencia que respalda el uso de estas pruebas y que plantea cuáles deben ser los resultados para un retorno seguro, minimizando así el riesgo de sufrir las complicaciones desarrolladas en el apartado de la introducción, que se relacionan con un retorno precoz en un deportista que todavía no está físicamente apto para hacerlo. Pero, por otro lado, la literatura no aporta información suficiente sobre el período de competencia y de cómo se comportan las variables observadas con el transcurso del tiempo, en el que el deportista ya superó la lesión y se enfoca en competir.

Por lo tanto, con el desarrollo de este estudio se buscará aportar información significativa, que ayude a esclarecer cuáles aspectos requieren ser abordados con mayor énfasis en la rehabilitación POP, con el fin de obtener mejores resultados funcionales. Además, permitirá conocer cómo se encuentran las variables estudiadas luego de un período de competencia y observar si se mantienen dentro de los valores “seguros” que plantea la evidencia. Esto último resultará relevante para mantener bajo el riesgo de complicaciones, dentro de ellas, la más temida, que es la ruptura del injerto,

e indicar si es necesario continuar el seguimiento de los pacientes por un período de tiempo más prolongado, aún en etapa de competencia.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

Para abordar la problemática, se realizó un trabajo de investigación de campo de característica observacional.

### V.a Participantes

Tabla 1: Datos demográficos de los participantes del estudio

DATOS DEMOGRÁFICOS										
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
Edad (años)	29	29	20	22	21	20	24	21	26	23.6
Peso (kg)	83	100	102	85	93	79	83	84	90	88.8
Talla (metros)	1.76	1.86	1.97	1.71	1.90	1.79	1.75	1.84	1.83	1.82
Tiempo desde la cirugía (meses)	18	23	33	35	32	20	53	13	50	30.8
Injerto utilizado	HTH	HTH	HTH	HTH	ST-RI	HTH	ST-RI	ST-RI	ST-RI	
Posición de juego	Back	Forward	Back	Back	Back	Back	Back	Back	Back	

kg: kilogramos; HTH: hueso - tendón cuadricepsal - hueso; ST-RI: semitendinoso - recto interno

### V.b Revisión de la literatura

Se consultaron las bases de datos de PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Biblioteca Virtual en Salud (BVS) (<https://bvsalud.org/es/>) y Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT (<https://biblioteca.mincyt.gob.ar/>).

- Criterios de inclusión: artículos con un período de publicación en los años 2004 y 2024, sujetos que practiquen deportes y se hayan sometido a una cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- Criterios de exclusión: artículos que incluían sujetos que hayan sufrido múltiples lesiones en la extremidad inferior.

DECS	MESH
Ligamento Cruzado Anterior	Anterior Cruciate Ligament
Lesiones del ligamento cruzado anterior	Anterior cruciate ligament injury
Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior	Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
Volver al deporte	Return to sport
Fuerza muscular	Muscle strength
Resultado del tratamiento	Treatment outcome
Actividad motora	Motor activity
Traumatismos de la rodilla	Knee injuries
Deportes	Sports
Rodilla	Knee
Atletas	Athletes
Rehabilitación	Rehabilitation
Extremidad inferior	Lower extremity
Examen físico	Physical Examination
Reproducibilidad de los Resultados	Reproducibility of Results

Términos libres
Sports participation
Young athletes
Physical therapy
Psychological aspects of sports
Contralateral knee
ACL reinjury
Injury prevention
Single leg drop jump
Calf raises

Single leg bridges
Fuerza isométrica
Knee function
Force platform
90° Medial Rotational Hop for Distance
ACL Return to Sport After Injury scale
Vertical jump
Reference data
Knee strength
Performance

Se realizaron las siguientes combinaciones:

- (anterior cruciate ligament) AND (muscle strength) AND (treatment outcome) AND (motor activity): 31 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (ACL reconstruction) AND (knee function) AND (sports participation) AND (young athletes): 296 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (anterior cruciate ligament) AND (physical therapy) AND (rehabilitation) AND psychological aspects of sport): 13 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (anterior cruciate ligament reconstruction) AND (contralateral knee) AND (reinjury): 121 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (injury prevention) AND (anterior cruciate ligament) AND (knee injuries) AND (sports) AND (single leg drop jump): 22 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (knee) AND (strength) AND (ACL Return to Sport After Injury scale): 96 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (90° Medial Rotational Hop for Distance) AND (anterior cruciate ligament injury) AND (athletes): 3 resultados y se seleccionaron 2 artículos.
- (vertical jump) AND (force platform) AND (reference data): 8 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (Lower extremity) AND (Muscle strength) AND (Physical examination) AND (Rehabilitation) AND (Reproducibility of results): 154 resultados y se seleccionó 1 artículo.
- (ACL-RSI) AND (knee strength) AND (performance): 34 resultados y se seleccionó 1 artículo.

- (athletes) AND (acl-rsi) AND (return to sport) AND (acl reinjury): 28 resultados y se seleccionó 1 artículo.

### **V.c Trabajo de campo**

Se realizó un estudio de campo observacional donde se evaluaron un total de 9 jugadores de rugby. Dicho trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del club CRAI de la ciudad de Santa Fe, durante el período de tiempo correspondiente desde mayo hasta junio del año 2024. La misma fue supervisada por el Lic. Ezequiel González. Se evaluaron jugadores pertenecientes al plantel superior del mismo club. Dicha institución forma parte de la Unión Santafesina de Rugby y compite en el Torneo Regional del Litoral. Para solicitar la participación a los jugadores, se les envió una invitación al proyecto y posteriormente un Formulario de Google para que completen con información personal. Para obtener el permiso de utilizar las instalaciones del club, se envió una solicitud de autorización a las autoridades. (Ver anexos)

- Criterios de Inclusión de los participantes: que sean jugadores de rugby con un rango de edad de 18 a 30 años; que hayan sufrido RLCA con su posterior reconstrucción en los últimos 5 años; que se encuentren en competencia durante el desarrollo del trabajo; estén dispuestos a participar de la investigación y completen el consentimiento informado (ver anexos).
- Criterios de Exclusión de los participantes: que hayan sufrido una lesión bilateral y/o que se trate de la rotura de un injerto del LCA.

Los componentes de la evaluación fueron la Fuerza Muscular Analítica, Test de Saltos, Fuerza Resistencia Máxima y Factores Psicológicos relacionados. Al llegar a la institución, se los instruyó a los jugadores a realizar un protocolo de entrada en calor y acondicionamiento físico de unos 20 minutos que los predisponga para realizar las evaluaciones. El mismo se basó en 5 minutos de bicicleta fija, ejercicios de movilidad articular y ejercicios de activación neuromuscular. (Ver anexos)

Lo primero que se evaluó fue la fuerza muscular máxima isométrica de forma analítica. Para la misma se utilizó un dinamómetro manual (Dinamómetro Valkyria Trainer - Ivolution) que se amarró a una estructura fija y una camilla para posicionar a los jugadores. A cada uno se les dio 3 intentos de prueba para que se familiaricen con la evaluación y luego se tomaron 3 medidas, de las que se eligió aquella en la que alcanzaron los valores máximos.

Se evaluaron los siguientes grupos musculares:

- Fuerza del músculo cuádriceps
- Fuerza de los músculos isquiotibiales



*Imagen 6: evaluación de la fuerza del cuádriceps con dinamómetro manual*

Posteriormente se realizaron los Test de Saltos. Para evaluar el CMJ y el SLDJ se utilizó una alfombra de saltos, el Modelo T (3 celdas) de la marca Axon Bioingeniería Deportiva, conectada a una computadora portátil con el software correspondiente. Para el MRH se utilizó una placa indicadora de distancia de salto. En cada evaluación se explicó de manera verbal y práctica cómo debían realizarlo. Los sujetos realizaron 3 saltos de práctica en cada test. Luego se dieron 3 intentos, separados por 30 segundos de descanso, en los que se buscó el mejor rendimiento posible, seleccionando el mejor registro.

El orden fue el siguiente:

- Countermovement Jump (CMJ)
- Single Leg Drop Jump (SLDJ)
- 90° Medial Rotational Hop for Distance (MRH)

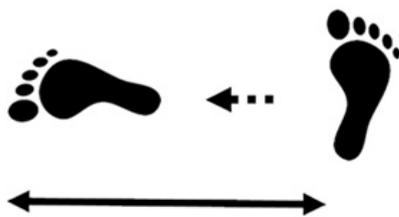


Imagen 7: esquema representativo del MRH <sup>(35)</sup>

Por último, se evaluó la Fuerza Resistencia de los músculos isquiotibiales y gemelos. En ambas evaluaciones tenían un solo intento, y se registró la cantidad de repeticiones realizadas por cada participante. Se alentaba a alcanzar el mayor número posible, sin perder ritmo ni forma correcta de ejecución. Los test realizados fueron los siguientes:

- Single Leg Bridge Test (SLBT):

En este caso se utilizó un cajón de 60 cm para que los participantes ubiquen la extremidad a evaluar y un goniómetro para corroborar los 20° de flexión de rodilla. Se corroboró la correcta ejecución, finalizando el test cuando se realizaba de manera incorrecta, registrando el número máximo de repeticiones con cada extremidad.

- Calf Raise Test (CRT):

Para el mismo se usó un cajón de 20 cm de alto colocado frente a una pared, un metrónomo digital para indicar el ritmo de 60 beats por minutos y se registró el número máximo de repeticiones por cada pierna.



Imagen 9: evaluación del SLBT



Imagen 8: evaluación del CRT

Con los resultados obtenidos en las pruebas anteriores calculamos el LSI de las extremidades con el objetivo de conocer la simetría existente entre ambas y determinar si hay un mayor riesgo de sufrir lesiones, para ello dividimos el resultado de la pierna operada por lo obtenido con la pierna sana, y luego lo multiplicamos por 100 para expresarlo en porcentajes.

Complementando estas pruebas, se obtuvo información de los Factores Psicológicos individuales mediante la utilización del cuestionario subjetivo Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury (ACL-RSI). El mismo cuenta con 12 preguntas, que se pueden dividir en tres subescalas que miden dominios claves de la preparación psicológica incluidas las emociones, la confianza y la evaluación de riesgos. Cada ítem se califica a través de una escala numérica, cuyo puntaje va de 0 a 10, siendo las puntuaciones más altas las que indican una mayor preparación psicológica (ver anexos). El resultado final se obtiene sumando y promediando las puntuaciones de cada ítem. El mismo se envió vía email a cada participante para ser respondido de forma individual.

#### ***V.d Análisis biomecánico***

Se utilizó una cámara de video estándar para filmar en un plano frontal a los participantes mientras realizaban el SLDJ. Se la ubicó a una distancia de 3,5 metros de la plataforma de salto y a una altura de 60 cm del suelo. Con el software Kinovea se obtuvo una imagen estática del momento de máxima flexión en la etapa de caída del cajón, previo a que comience la propulsión vertical. Luego en esa imagen se colocaron marcadores para medir los siguientes ángulos:

- Ángulo del movimiento lateral de tronco (LTM): formado por una línea vertical que pasa por la espina ilíaca antero superior de la pierna a evaluar y otra que nace desde este mismo punto y se dirige al esternón.
- Ángulo de valgo de rodilla (KV): formado por una línea que inicia en la espina ilíaca antero superior hasta el centro de la articulación de la rodilla y otra que va desde este último punto hacia el centro de la articulación del tobillo.

Se calculó el KVLTM total para cada pierna sumando ambos ángulos.

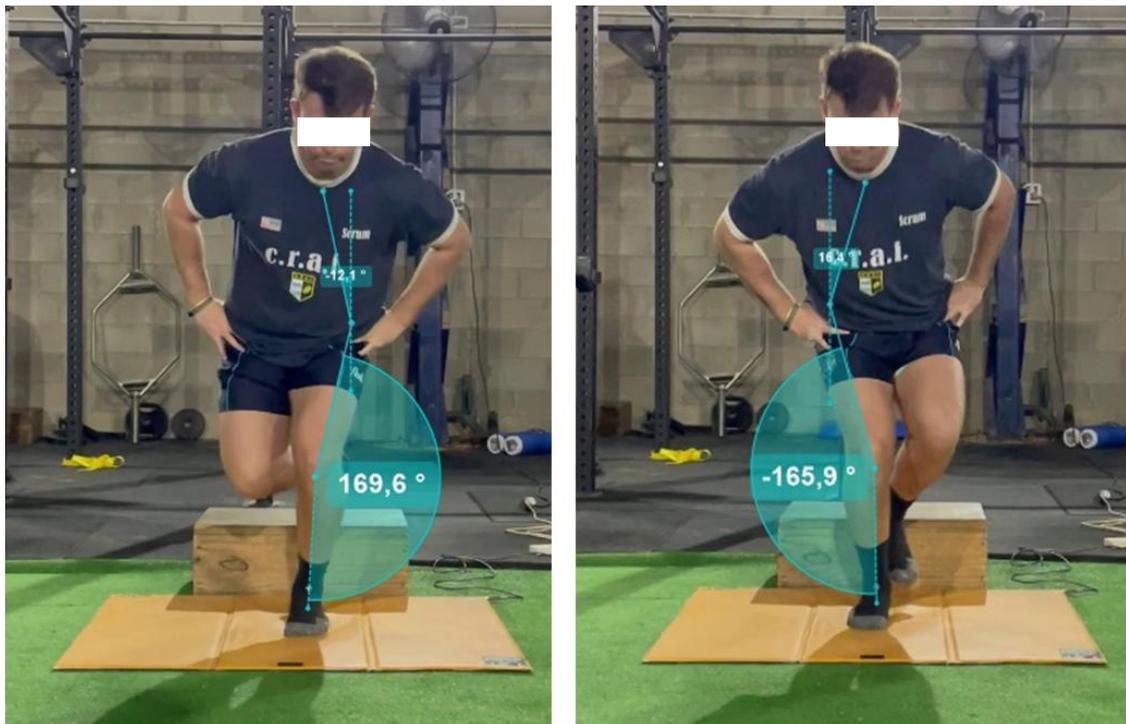


Imagen 10: A) análisis biomecánico pierna izquierda. B) análisis biomecánico pierna derecha. Medición del valgo de rodilla (KV) y el movimiento lateral del tronco (LTM)

## VI. RESULTADOS

En este apartado se indicarán los resultados máximos obtenidos por los participantes en cada una de las evaluaciones realizadas en el campo. Para conocer el porcentaje de simetría entre la pierna operada y la sana, se expone el Índice de Simetría de las Extremidades. Para la comprensión del mismo se decidió utilizar una Escala de Likert con colores, los resultados óptimos (mayor o igual al 90%) se muestran en color verde y los deficientes (<90%) en color rojo. Además, se indica la Media del grupo para cada variable.

### VI.a Resultados de la medición de Fuerza muscular

A continuación, se detallarán los resultados obtenidos por cada participante en la evaluación de la fuerza muscular analítica del miembro inferior. Los resultados se expresan en Newton (N) indicando el valor máximo registrado tanto para la pierna operada como para la pierna sana.

En la tabla 2 se expresan los resultados logrados por los jugadores en la fuerza analítica del músculo cuádriceps. Seguido a esto, en la tabla 3, se exponen los valores conseguidos en la evaluación de la fuerza muscular analítica de los músculos isquiotibiales.

#### VI.a.i Fuerza del músculo cuádriceps

Tabla 2: Resultados de la medición de fuerza de los músculos cuádriceps

FUERZA ISOMÉTRICA CUÁDRICEPS										
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Pierna Operada	636.7	771.1	782.8	624.9	775	587.6	690.6	663.2	561.1	677
Pierna Sana	626.9	651.4	825.3	627.8	676.9	686.7	655.3	664.1	595.5	667.8
LSI (%)	102%	118%	95%	100%	114%	86%	105%	100%	94%	102%

N: Newton

Para el test de fuerza de cuádriceps el valor medio de la muestra en la pierna operada fue de 677 N, mientras que en la pierna sana fue de 667,8 N; demostrando valores equitativos entre ambas extremidades. El participante 6 tuvo un LSI de 86%, que indica un resultado deficiente y aumenta el riesgo de lesiones. El resto de los participantes obtuvieron buenos valores de LSI demostrando una simetría adecuada entre ambas piernas.

### VI.a.ii Fuerza de los isquiotibiales

Tabla 3: Resultados de la medición de fuerza de los músculos cuádriceps

FUERZA ISOMÉTRICA ISQUIOTIBIALES										
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
Pierna Operada	293.3	336.5	396.3	309	285.5	352.2	221.7	286.5	275.7	306.3
Pierna Sana	294.3	379.6	359	377.7	276.6	352.2	319.8	294.3	259	323.6
LSI (%)	100%	89%	110%	82%	103%	100%	69%	97%	106%	95%

N: Newton

Para el test de fuerza de isquiotibiales la media fue de 306,3 N en la pierna operada y 323,6 N en la pierna sana, observando una mejor capacidad para generar fuerza contráctil de los isquiotibiales en la pierna no afectada. Se puede observar que 6 de los 9 participantes tienen un porcentaje de LSI óptimo demostrando una simetría y rendimiento funcional adecuado, y que 3 de ellos demostraron un valor deficiente que podría aumentar el riesgo de sufrir una lesión.

### VI.b Resultados de los test de salto

En este caso, se expondrán los resultados que los deportistas han alcanzado en los test de salto. Estos se expresan en centímetros (cm) indicando la máxima distancia lograda, y en milisegundos (ms) para demostrar el tiempo en el que los jugadores permanecieron en contacto con el suelo durante la realización del salto.

En la tabla 4 se presentan los resultados del CMJ, en la tabla 5 la altura y el tiempo de contacto en el SLDJ y, por último, en la tabla 6 los del MRH.

#### VI.b.i Altura alcanzada en el Countermovement Jump (CMJ)

Tabla 4: Altura alcanzada por los participantes durante el CMJ

COUNTER MOVEMENT JUMP										
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
Altura (cm)	37.4	36.3	46.5	47.7	46.5	41.8	38.5	50.2	39.6	42.7

cm: centímetros

El CMJ demuestra una media de 42,7 cm de altura.

### VI.b.ii Altura alcanzada en el Single Leg Drop Jump (SLDJ)

Tabla 5: Altura alcanzada y tiempo de contacto de los participantes durante el SLDJ

SINGLE LEG DROP JUMP											
Participante		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
Pierna Operada	Altura (cm)	20.4	13.2	16.6	25.5	25.5	20.4	20.4	15.2	22.9	20
	Tiempo de contacto (ms)	408	328	328	304	304	384	472	392	336	362
Pierna Sana	Altura (cm)	20.4	13.9	17.4	28.2	21.2	20.4	17.3	15.9	18.8	19.3
	Tiempo de contacto (ms)	488	480	351	312	312	320	344	304	304	357
LSI (%)		100%	95%	95%	90%	120%	100%	118%	96%	122%	104%

cm: centímetros; ms: milisegundos

El SLDJ demostró que todos los participantes se encuentran con un valor de LSI óptimo. El valor medio de la altura del salto fue de 20 cm para la pierna operada a diferencia de 19.3 cm de la pierna sana, indicando mejores resultados en cuanto a la altura en el miembro afectado. Por otro lado, la media del tiempo de contacto fue de 362 ms en la pierna operada contra 357 en la pierna sana, demostrando que durante la caída los deportistas estudiados pasan más tiempo en contacto con el suelo cuando saltan con la extremidad incidida.

### VI.b.iii Distancia alcanzada en el 90° Medial Rotational Hop for Distance (MRH)

Tabla 6: Distancia alcanzada por los participantes durante el MRH

90° MEDIAL ROTATIONAL HOP FOR DISTANCE										
Participantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Pierna Operada	192	186	215	176	215	214	199	154	183	192.7
Pierna Sana	195	230	221	195	212	221	189	194	166	202.6
LSI (%)	98%	81%	97%	90%	101%	97%	105%	73%	110%	95.6%

cm: centímetros

Para el MRH se observa una media en la pierna operada de 192,7 cm, mientras que en la pierna sana se observa una media de 202,6 cm, indicando una diferencia a favor de la pierna no operada. Por otro lado, del total de participantes, solo dos obtuvieron un LSI deficiente asociándose un riesgo elevado de lesionarse.

### VI.c Resultados de los test de fuerza resistencia

Se presentarán los resultados obtenidos de los deportistas en los test de fuerza resistencia. Estarán expresados en cantidad de repeticiones (reps.) realizadas en la prueba.

En la tabla 7 se informarán los resultados del Single leg bridge test, en la tabla 8 se informarán los resultados del Calf raise test.

#### VI.c.i Single leg bridge test (SLBT)

Tabla 7: Repeticiones alcanzadas por los participantes durante el SLBT

SINGLE LEG BRIDGE TEST										
Participantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
	reps.									
Pierna Operada	30	24	22	18	34	18	19	23	21	23
Pierna Sana	36	21	20	20	30	19	24	25	20	24
LSI (%)	83%	114%	110%	90%	113%	95%	79%	92%	105%	98.0%

reps: repeticiones

En el single leg bridge test se observa una media de 23 reps. en la pierna operada mientras que en la pierna sana se observa una media de 24 reps. Como se expresó anteriormente, el rendimiento se puede clasificar en malo (menor o igual a 20 repeticiones), medio (21 a 29) y bueno (igual o mayor a 30). Con la pierna sana encontramos 4 jugadores con rendimiento malo, 3 en medio y 2 en bueno; y en el caso de la pierna operada 3 con rendimiento malo, 4 en medio y 2 en bueno. El LSI indica que dos participantes tienen valores con alto riesgo de lesionarse, mientras que los otros 7 se encuentran en óptimos valores.

#### VI.c.ii Calf raise test (CRT)

Tabla 8: Repeticiones alcanzadas por los participantes durante el CRT

CALF RAISE TEST										
Participantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
	reps.									
Pierna Operada	26	14	19	26	21	38	28	27	20	24
Pierna Sana	31	10	26	25	20	38	29	30	14	25
LSI (%)	84%	140%	73%	104%	105%	100%	97%	90%	143%	103.9%

reps: repeticiones

En este test se observa una media de 24 reps. en la pierna operada y 25 reps. en la pierna sana. Recordando que el valor de referencia mínimo informado es de 25 repeticiones, vemos que con la pierna operada 4 jugadores están por debajo y con la pierna sana son 3. Dos participantes demuestran un defectuoso LSI mientras que los otros 7 participantes tienen un valor óptimo de dicha variable.

#### VI.d Resultados del cuestionario ACL-RSI

Por último, se indican los resultados que se obtuvieron al momento en el que los participantes respondieron el cuestionario subjetivo ACL-RSI. Los mismos se encuentran en la tabla 9 e indican el porcentaje obtenido al sumar las respuestas por cada ítem y de su división por el número de ítems totales, recordando que la puntuación máxima para cada uno es de 10 puntos y la puntuación total máxima que se puede alcanzar es 100%. Teniendo en cuenta el valor umbral que indica falta de preparación psicológica (<65%), se utilizó el color rojo para los resultados insuficientes y el verde para los que indican una preparación óptima.

Tabla 9: Puntaje obtenido por los participantes al completar la escala ACL-RSI

ACL-RSI										
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
Puntaje	50	76	74	98	88	70	88	78	69	77.7

La media para el cuestionario ACL-RSI fue de 77,7, demostrando un valor aceptable. Se observa que sólo el participante número 1 obtiene una puntuación insuficiente, indicando que no está preparado psicológicamente para el RTP.

#### VI.e Resultados del análisis biomecánico durante el SLDJ

En la tabla 10 se exponen los resultados del análisis biomecánico durante la ejecución del SLDJ. Se indica el valor del KVLTM de cada deportista en ambas piernas, que surge de la suma del KV y el LTM. Además, se agrega la media de la muestra.

Tabla 10: Valores del ángulo KVLTM de los participantes durante el SLDJ

ANÁLISIS BIOMECÁNICO											
Participante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media	
KVLTM	Pierna Operada	181.7	178	172.7	181.8	176.9	175.5	172.8	182	182	178
	Pierna Sana	182.3	182	178.8	179.5	180.8	169.9	180.8	189.9	191.6	182

KVLTM: suma del valgo de rodilla (KV) y el movimiento lateral de tronco (MLT)

Se puede observar en relación a las medias del grupo, que, en la mayoría de los participantes, excepto los jugadores nº4 y 6, el ángulo tiene un valor menor cuando se analiza la pierna operada. Lo que representa un mayor momento abductor y por ende más riesgo de sufrir una re-lesión.

## VII. DISCUSIÓN

Para iniciar esta etapa, debemos recordar el motivo por el cual se realizó esta investigación: conocer si los deportistas masculinos amateurs del Club de Rugby Ateneo Inmaculada (CRAI) de la ciudad de Santa Fe que han sufrido la ruptura del ligamento cruzado anterior y ya se encuentran en etapa de competencia, ¿están cumpliendo los parámetros/criterios de los test para el retorno al juego que plantea la evidencia? Para poder dar respuesta a este interrogante, se analizarán los datos obtenidos tras la realización de un trabajo de campo en dicho club, en el que 9 jugadores del plantel superior que se sometieron a cirugía de reconstrucción del LCA y en el momento de la evaluación se encontraban en etapa de competencia, fueron evaluados mediante una serie de test.

**Suzanne N de Jong et al.** <sup>59</sup> en el año 2007 realizaron un estudio longitudinal en pacientes con RLCA para determinar la eficacia de la rehabilitación en la recuperación de la función y fuerza de la rodilla. Para ello, en un grupo de 191 pacientes evaluaron ciertas variables, entre ellas la fuerza de cuádriceps mediante el uso de un dinamómetro Cybex II (Lumex, Ronkonkoma, NY) en 4 momentos, antes de la cirugía y después (6 - 9 - 12 meses). Estos autores encontraron que en su muestra a los 12 meses persistía una diferencia de fuerza entre la pierna operada y la sana del 81%. En contraste con estos datos y teniendo en cuenta que nuestras evaluaciones fueron realizadas en otros períodos de tiempo desde la intervención, la media del LSI fue de 102%, lo que difiere con lo demostrado en este estudio. Es interesante comentar que el participante n°8 de nuestra muestra, al momento de la evaluación, llevaba 12 meses desde la cirugía, lo que coincide con la muestra del estudio, y sus resultados arrojaron un LSI del 100%, lo que continúa demostrando la discrepancia en los resultados de ambos estudios.

**Julie P Burland et al.** <sup>60</sup> en el año 2018 realizaron un estudio en el que se propusieron investigar, en 50 deportistas jóvenes que sufrieron la ruptura del LCA, la relación entre las medidas de resultado autoinformadas (ACL-RSI) y funcionales (fuerza isométrica de cuádriceps) relacionadas al RTP, diferenciando entre aquellos que volvieron a practicar su deporte de los que no. Uno de sus objetivos fue proponer un valor de corte para la fuerza isométrica del cuádriceps que se pueda utilizar como predictor clínico de las probabilidades de volver a jugar. En su estudio indican que los pacientes con un LSI, a los 6 meses, para la extensión isométrica de cuádriceps >87,35% demostraron tener probabilidades 8 veces mayores de volver a jugar en comparación con los jugadores que tenían un valor más bajo. En contraste con esto,

podemos demostrar en nuestro estudio que, de los 9 participantes, solo uno (participante nº6) se encuentra en un valor por debajo del propuesto, sin haber sido un impedimento para el RTP ya que desde el momento de su lesión a la actualidad lleva 2 años practicando y compitiendo en el deporte. Esto nos lleva a pensar que dicha medida propuesta por los autores puede ser útil para quienes trabajan con este tipo de atletas, estableciéndose como un posible objetivo de lograr con la rehabilitación a los 6 meses, pero no es algo estrictamente delimitante.

**Richard F. O'Connor et al.** <sup>61</sup> en un estudio de casos y controles realizado entre los años 2014 y 2015, estudiaron en pacientes deportistas masculinos con RLCA las variables de fuerza, potencia (test de saltos) y factores psicológicos (ACL-RSI) a los 9 meses posterior a la cirugía. Por un lado, en relación al LSI para la fuerza del cuádriceps obtuvieron una media de 84.03%, estando por debajo del valor umbral aceptado para el RTP. En comparación con nuestra muestra, en que la media para el LSI de cuádriceps es 102%, lo cual supera el punto de corte de 90%, pero aun así nos encontramos con uno de nuestros deportistas (nº6) por debajo de este valor. Por otro lado, la media en el LSI de los isquiotibiales del estudio en discusión es de 97.24%. En este caso, al igual que lo que observamos en nuestro trabajo (95%), la media se ubica por encima del valor de referencia. Pero es necesario destacar que 3 de nuestros sujetos evaluados no cumplen con el valor aceptado para el RTP.

**Matthew P. Ithurburn et al.** <sup>62</sup> en un estudio de cohorte prospectivo evaluaron a atletas jóvenes con RLCA en el momento en el que se los habilitaba para el RTP, dividieron la muestra en dos grupos, por un lado aquellos que volvieron a practicar su deporte previo y no se lesionaron, y por otro los que volvieron a competir pero durante el primer año sufrieron una re-lesión. Dentro de las variables que estudiaron, nos interesa comentar sobre el LSI para la fuerza máxima de los isquiotibiales. Los autores encontraron en el grupo no lesión una media de 99% y en el grupo lesión 95.20%. Si extrapolamos los datos a nuestra muestra, vemos que la media es menor (95%) y está en el nivel del grupo de deportistas que se volvieron a lesionar, este resultado se explica con que 3 de los 9 jugadores no cumplen con el criterio para el RTP. Como denotan los resultados de estos autores, no hay una diferencia significativa en el LSI entre los grupos, por lo tanto, al interpretar estos datos vemos que comparar la simetría entre las extremidades al momento del RTP no predice el riesgo a sufrir una re-lesión durante la práctica deportiva, por lo que debemos tener precaución al utilizarlo. Esto se explica por el hecho de que nos podemos encontrar con un desentrenamiento en la pierna no afectada además de los efectos neuromusculares negativos que provoca la lesión.

Determinando que su uso sea cuestionado y parezca necesario enfocarse en el rendimiento absoluto bilateral de las extremidades inferiores durante la rehabilitación.

En cuanto a los test funcionales, **Enda King et al.**<sup>55</sup> realizaron un estudio prospectivo en el que evaluaron atletas de 18 a 35 años que practicaban deportes de campo multidireccionales que implican aterrizaje y pivoteo, al momento de recibir el alta para el RTP luego de la reconstrucción del LCA (una media de 9 meses). Se centraron en variables clínicas, de fuerza y el rendimiento biomecánico durante el SLDJ. Luego realizaron un seguimiento durante 1 y 2 años posteriores a la evaluación. Dividieron a la muestra en dos grupos, en uno aquellos que dentro del seguimiento sufrieron una lesión del LCA contralateral (CI) y otro grupo para los que no sufrieron una segunda lesión del LCA en ninguna extremidad (NCI). En relación a los LSI de las extremidades durante el SLDJ, el grupo CI tiene una media de 78.10%. Mientras que el grupo NCI tiene una media de 74.10%. Al mismo tiempo, **Richard F. O'Connor et al.**<sup>61</sup> en el estudio citado previamente, en su muestra obtienen para la misma variable, una media de 79.62%. En contraste, en nuestra muestra, tenemos una media significativamente mayor, con un LSI medio de 104%, observando que todos los atletas evaluados superan el valor mínimo para el RTP.

Siguiendo con el análisis del SLDJ, **Argyro Kotsifaki et al.**<sup>63</sup> realizaron un estudio comparativo. En el mismo comparaban atletas sanos versus atletas que sufrieron RLCA pero que ya se encontraban con criterios de RTP (a los 9 meses y medio aproximadamente). Dichos autores hicieron foco en los valores de la altura del salto y del tiempo de contacto, que coincide con los parámetros tenidos en cuenta en nuestro trabajo. Si observamos sus resultados en la pierna operada, podemos ver que, por su parte, la media de altura del salto fue de 10,6 cm mientras que la media del tiempo de contacto fue de 360 ms. En comparación con nuestro estudio, al evaluar la pierna operada de nuestros participantes, obtuvimos una media en la altura del salto de 20 cm, y una media del tiempo de contacto de 357 ms. Si bien en tiempo de contacto nos encontramos en valores similares, la altura del salto prácticamente dobla el valor propuesto en el estudio.

Estos 3 últimos trabajos citados tienen en común el momento de realización de las evaluaciones (9 meses desde la cirugía), en contraste con el tiempo en el que evaluamos a nuestros participantes (media de 30 meses). Esta discrepancia temporal podría ser la responsable de las diferencias encontradas en los resultados, debido a que con el transcurso del tiempo se recupera la confianza, lo que permite obtener

rendimientos más altos, además de la potenciación de otros factores como la fuerza y potencia muscular. Por otro lado, es importante recordar que todos los sujetos evaluados en nuestro estudio ya habían retomado la competencia deportiva, otro aspecto de relevancia en los resultados.

Continuando con los test funcionales, **Bart Dingenen et al.**<sup>35</sup> realizaron un estudio en el que se propusieron como uno de sus objetivos determinar la capacidad discriminativa de los test de salto utilizados en el RTP, para detectar asimetrías en las extremidades. Para esto evaluaron a 32 participantes con reconstrucción del LCA, con edad media de 24,6 años, que practicaban deportes multidireccionales y con un tiempo medio desde la cirugía de 6,2 meses. Uno de los test evaluados fue el MRH. Los resultados que hallaron fueron una distancia media de 160.6 cm para la pierna operada, 184.0 cm para la no operada y un LSI medio de 86.6%. De igual manera, **Lokman Kehribar et al.** (61) evaluaron el MRH en 39 atletas con una edad media de 25,8 años que se sometieron a reconstrucción del LCA, al sexto mes después de la operación, con el objetivo de comparar los resultados funcionales de 2 técnicas quirúrgicas. Estos autores encontraron una distancia media durante el salto con la pierna operada de 145 cm vs 147,7 cm para la no operada en uno de los grupos; y de 142,9 cm vs 144,6 cm respectivamente para el segundo grupo. En cuanto a los índices de simetría, los deportistas tenían un LSI medio de 98,4% y de 99,2% respectivamente. En contraste, nuestra distancia media para la pierna operada fue de 192,7 cm y 202,6 cm para la pierna sana; la media del LSI fue de 95,6%. Los datos denotan que nuestros deportistas tienen una distancia media, para ambas piernas, mayor que los sujetos evaluados por los dos estudios citados. Aun así, observamos que el participante n°8 de nuestro estudio obtuvo con su pierna operada una distancia menor a la media del trabajo de Bart Dingenen et al.<sup>35</sup>, lo que demuestra un bajo rendimiento en esta prueba, que incluso se vuelve más llamativo si tenemos en cuenta que nuestro deportista se encuentra a 13 meses de la cirugía y en plena actividad deportiva, muy diferente a las características de la muestra de estos autores. En relación al LSI, nuestra media se encuentra por encima de la que poseen los deportistas testeados en el primer estudio citado, pero por debajo de la media que encontraron Lokman Kehribar et al.<sup>64</sup> en sus grupos de estudio. Al comparar ambas extremidades los deportistas n°2 y n°8 que hemos evaluado están por debajo del valor de simetría mínima aceptada para el RTP, exponiéndose a un mayor riesgo durante la práctica deportiva. Como hemos comentado anteriormente en esta discusión, hay que tener presente la diferencia en cuánto al tiempo transcurrido desde la cirugía y la ejecución de los test, en ambos estudios el tiempo es mucho menor

en comparación con el del presente trabajo, lo que puede explicar ciertas diferencias entre los resultados.

Para contextualizar los resultados correspondientes al CMJ, citamos el estudio de **John J. McMahon et al.**<sup>40</sup> que en 2022 propusieron datos normativos y puntos de referencia para jugadores profesionales de rugby a partir del CMJ. En el trabajo participaron un total de 121 sujetos (66 forwards y 55 backs). Entre sus resultados, encontraron que la altura media del CMJ para los backs fue de 36,4 cm; mientras que para los forwards fue de 34,1 cm. los valores de referencia propuestos por los autores están diferenciados según la posición de los jugadores, dividiéndose en forwards y backs. Para los primeros, la clasificación "Excelente" corresponde a saltos superiores a 47 cm; "Muy buenos" a saltos entre 42 y 47 cm; "Buenos" a saltos entre 38 y 42 cm; "Por encima del promedio" a saltos entre 36 y 38 cm; "Promedio" a saltos entre 32 y 36 cm; "Por debajo del promedio" a saltos entre 30 y 32 cm; "Pobre" a saltos entre 26 y 30 cm; "Muy pobre" a saltos entre 22 y 26 cm; y "Extremadamente pobre" a saltos inferiores a 22 cm. Por su parte, para los backs, se utilizan las mismas categorías terminológicas, aunque con diferentes valores: "Excelente" para saltos superiores a 50 cm; "Muy buenos" para saltos entre 45 y 50 cm; "Buenos" para saltos entre 41 y 45 cm; "Por encima del promedio" para saltos entre 39 y 41 cm; "Promedio" para saltos entre 34 y 39 cm; "Por debajo del promedio" para saltos entre 32 y 34 cm; "Pobre" para saltos entre 27 y 32 cm; "Muy pobre" para saltos entre 23 y 27 cm; y "Extremadamente pobre" para saltos inferiores a 23 cm. De los deportistas que incluimos, el único forward obtuvo un resultado de 36,4 cm de altura, superando levemente la media propuesta y dicho valor lo ubica en la categoría “por encima del promedio”. Por su parte, la media de los backs que participaron en nuestro estudio fue de 43,5 cm, que supera a los jugadores de la misma posición en el estudio; a su vez los coloca, en cuanto a los puntos de referencia, como “por debajo del promedio”.

En cuanto al CRT **K. Hébert-Losier et al.**<sup>65</sup> determinaron su confiabilidad y aportaron valores normativos. Su muestra englobó a 600 participantes muy diversos en cuanto a sexo, edad y nivel de actividad deportiva. Las repeticiones medias de estos sujetos fueron de 32 con la pierna derecha y 33 con la izquierda. En nuestra investigación encontramos una media menor, tanto para la pierna operada (24) como para la sana (25). Hay que tener en cuenta que ambas muestras son muy dispares entre sí y eso limita la capacidad para comparar los resultados. Pero sí podemos determinar que encontramos performances muy por debajo de la media planteada en el artículo, por ejemplo, el deportista n°2, que si bien tiene un LSI alto, el número de repeticiones

alcanzadas durante el test es realmente inferior a la media, haciendo evidente un muy mal desempeño en relación a esta variable. En paralelo, destacamos que nuestros jugadores n°1 y n°3, presentan un LSI por debajo del establecido para el RTP, demostrando una asimetría entre extremidades y evidenciando un menor rendimiento, en cuanto a fuerza-resistencia, de la extremidad afectada. Lo que implica un riesgo mayor a sufrir una re-lesión durante la actividad deportiva.

Siguiendo con la variable fuerza-resistencia, **Grant Freckleton et al.**<sup>43</sup> reclutaron un total de 482 jugadores aficionados y semiprofesionales de fútbol australiano, un deporte que comparte algunas características con el rugby, con edades de entre 16 y 35 años, para evaluarlos mediante el SLBT y determinar la fuerza - resistencia de la musculatura isquiotibial. Si bien no son jugadores que hayan sufrido una RLCA, nos aportan un valor que nos permite comparar el rendimiento de nuestros deportistas. La cantidad media de repeticiones para la pierna derecha de los evaluados fue de 25 reps. mientras que para la pierna izquierda fue de 26 reps. En nuestro estudio, el valor medio de la pierna operada fue de 23 reps, lo que no difiere demasiado con lo expresado en el artículo, pero sí evidencia un rendimiento menor. Es importante destacar que los jugadores n°1 y n°7 tienen un LSI menor al pretendido por la evidencia para el RTP. El peor rendimiento o la asimetría en la fuerza-resistencia de los isquiotibiales aumenta el riesgo de sufrir una re-lesión, debido a la importante función protectora que cumple esta musculatura, como ya hemos comentado en el marco teórico.

Con respecto a la preparación psicológica, por un lado, **April L. McPherson et al.**<sup>66</sup> realizaron un estudio longitudinal en el que registraron las puntuaciones ACL-RSI a los 12 meses de la cirugía en 329 deportistas, que sufrieron la lesión durante su práctica deportiva y volvieron a competir luego de la reconstrucción del LCA. Realizaron un seguimiento mínimo de 2 años para informar quienes de ellos sufrieron una re-lesión del LCA o una lesión del LCA contralateral. Informaron que la puntuación media del grupo no lesionado fue de 67.2% y 60.9% para los que sufrieron alguna lesión. Por otro lado, **Makoto Suzuki et al.**<sup>67</sup> se propusieron examinar la relación entre la preparación psicológica para el RTP y el nivel subjetivo de RTP a los 12 meses luego de la RLCA. Incluyeron a 47 deportistas que completaron la escala a los 6 y 12 meses posteriores a la operación. Dividieron su muestra en 3 grupos, los que informaron volver al deporte por encima de su nivel previo (RTP>Pre), los que regresaron, pero a un nivel menor (RTP<Pre) y los que no regresaron a practicar su deporte (No-RTP). Las puntuaciones medias del ACL-RSI fueron a los 6 meses 79.8% para el grupo RTP>Pre, 59.9% para

el RTP<Pre y 19.8% para el No-RTP. A los 12 meses las puntuaciones fueron 88.9%, 66.9% y 32.9% respectivamente. Además, en el estudio de **Julie P Burland et al.**<sup>60</sup> mencionado en párrafos anteriores, donde dentro de su batería de evaluaciones incluían la escala autoinformada ACL-RSI, obtuvieron una media de 64% puntos a los 3 meses, y de 74% puntos a los 6 meses. En contraste, la media de nuestros deportistas fue de 77.7%, indicando una buena preparación psicológica al encontrarse por encima de las medias propuestas por los artículos revisados, siendo superada solamente por el grupo RTP>Pre. Destacamos que el participante n°1 de nuestro estudio obtuvo un valor realmente bajo, que no supera el nivel mínimo aceptado por la comunidad profesional para el RTP; se empareja con los resultados de los grupos de deportistas que han vuelto a sufrir una lesión y los que han vuelto a competir, pero a un nivel inferior al que tenían previamente a la lesión. Nuevamente las diferencias temporales desde la cirugía hasta la evaluación pueden explicar las discrepancias entre nuestros resultados y los extraídos desde la bibliografía. Teniendo en cuenta lo importante que es este factor para el miedo a volver a lesionarse y la recuperación de la confianza.

En relación al análisis biomecánico, **Bart Dingenen et al.**<sup>56</sup> evaluaron el KVLTM durante el SLDJ, en 55 deportistas de élite con el uso de video bidimensional y luego realizaron un seguimiento a 1 año para registrar las lesiones que sufrieron durante este tiempo. Un total de 7 sufrieron RLCA con un mecanismo de no contacto y se las colocó en el grupo de futura lesión (FI). En sus resultados encontraron que el valor de KVLTM del grupo FI fue significativamente menor, tanto en la pierna lesionada (media de 178) como en la no lesionada (media de 179), que el valor del grupo de deportistas que no sufrió una lesión posterior. En comparación, nuestra muestra presenta una media de 178 para la pierna operada y 182 para la no operada, evidenciando la estrategia compensatoria utilizada por la mayoría de los participantes para la realización del test del lado en el que han sido intervenidos. Esto demuestra el patrón desadaptativo que sufre la extremidad inferior luego de la RLCA, comprometiendo el control neuromuscular y evidenciando un déficit en los músculos abductores de cadera y estabilizadores de tronco. Trasladándose esto en un mayor momento abductor externo en rodilla, una mayor tensión hacia el injerto y un aumento del riesgo de ruptura, especialmente a través de un mecanismo de no contacto, típicamente observado durante el aterrizaje de un salto, situación de juego muy frecuente en el rugby. Por ende, resulta evidente la necesidad de implementar estrategias para corregir estos patrones, en busca de disminuir el riesgo que presentan los deportistas con valores KVLTM más bajos, de volver a lesionarse en la práctica deportiva.

De igual manera que comparamos y discutimos los resultados que plantea la evidencia con los obtenidos en nuestras evaluaciones, a continuación, discutiremos acerca de la relación que existe entre la fuerza analítica y los test funcionales, lo que nos permite responder otro de los objetivos de nuestro estudio.

Al observar los resultados, encontramos que si bien los participantes 2; 4; 6 y 7 evidenciaron no tener la simetría suficiente en lo que respecta a fuerza analítica, en sólo uno de ellos (n°2) se halló asimetría en los resultados de los test funcionales (en el MRH). Del mismo modo, sólo el jugador n°8 demostró asimetrías durante este test de salto, pero ese resultado no se vio reflejado en la fuerza analítica. Por lo tanto, en nuestro estudio no encontramos una correlación entre los resultados de los test de fuerza analítica y los test funcionales. Lo que demuestra que ambas medidas son importantes, una no suplanta a la otra y se deben tener en cuenta dentro de la batería de pruebas del RTP, para poder tener una mirada clínica holística, que ayude a tomar mejores decisiones durante este proceso. Otra cuestión a tener en cuenta es el empleo del LSI como medida de resultado para las variables estudiadas. Al no poseer valores normativos que sirvan como referencia, es necesario limitarnos a comparar la simetría entre los resultados de ambas extremidades, pero como ya hemos comentado previamente, tomar esta medida para evaluar la recuperación de la pierna operada puede enmascarar malos rendimientos, que pueden ser producto del desentrenamiento de la pierna sana que ocurre durante este período y también a los déficits neuromusculares inducidos por la propia lesión, indicando al profesional que un deportista está óptimo para volver al deporte cuando en realidad no lo está, sobreestimando la función de la rodilla y no pudiendo identificar aquellos que poseen un riesgo aumentado de sufrir una re-lesión al practicar su deporte en los años posteriores. Haciendo evidente la necesidad de migrar el enfoque hacia el rendimiento absoluto bilateral de ambas extremidades, contrastando los resultados con valores normativos para el deporte en cuestión en cada una de las variables y agregando un análisis de la biomecánica de los patrones con los que ejecutan los test funcionales.

Por último, para cumplir con los objetivos, es necesario discutir acerca de la relación entre los resultados obtenidos en los test funcionales y de fuerza, en comparación a la autovaloración subjetiva. En el presente trabajo, el jugador n°1 no cumple con los requisitos mínimos que plantea la evidencia con respecto a la preparación psicológica y esto se refleja en el rendimiento durante las pruebas de fuerza-resistencia, pero no así en las otras. Contrariamente, el jugador n°9, si bien supera el valor umbral en el ACL-RSI, ha tenido un resultado bajo, evidenciando una pobre preparación psicológica; pero

vemos que esto no se transfiere a los demás resultados, en los que obtuvo buenos valores. También hallamos que participantes con buenos resultados en relación a los factores psicológicos (nº2; 3; 4; 6; 7 y 8) mostraron también déficits en alguna de las pruebas funcionales o de fuerza. En síntesis, los resultados evidencian una relación no lineal entre las variables analizadas, encontrando que no se condicen entre sí. Esto nos indica que los factores psicológicos, igual de importantes que el resto de los componentes, deben ser abordados en carácter de individualidad en el proceso previo al regreso al juego ya que se comportan individualmente.

### ***VII.a Limitaciones del trabajo de investigación***

Durante la realización de este trabajo nos hemos encontrado con una serie de limitaciones. Por un lado, encontramos pocos artículos científicos que hayan estudiado exclusivamente a jugadores de rugby, por lo que nos vimos forzados a incluir estudios con muestras que difieren a la nuestra, limitando la capacidad de extrapolar los datos debido a las características propias que tiene este deporte. Al mismo tiempo, hay una gran cantidad de trabajos que exponen en sus resultados el LSI de su muestra en las distintas variables, pero no así con respecto a valores de rendimiento absoluto, acortando la capacidad de comparar el rendimiento de nuestros deportistas con valores de referencia establecidos. Estas circunstancias nos obligan a basarnos exclusivamente en el LSI como criterio para el RTP y medida de función de la pierna operada, siendo conscientes de los cuestionamientos que se le hacen a este criterio y que ya hemos comentado anteriormente. Esta problemática quedó en evidencia con los resultados del CMJ y ha limitado el uso de los mismos. Esta prueba la seleccionamos a la hora de planificar el trabajo y esperábamos que nos indique la capacidad de nuestros atletas de desarrollar fuerza extensora en las extremidades inferiores.

Por otro lado, nuestra muestra incluye únicamente jugadores de rugby masculino, dificultando la posibilidad de relacionar los datos obtenidos con la población de sexo femenino que practica el deporte y que tanto ha crecido en los últimos años. Esto sugiere realizar futuras líneas de investigación sobre este grupo para poder analizar una posible relación entre ambos sexos.

También, en relación al análisis biomecánico nos cuestionamos el hecho de no haber utilizado marcadores anatómicos en los deportistas cuando realizaron el SLDJ, estos se colocan en las regiones que interesan resaltar y luego facilitan el uso del

software Kinovea, haciendo más fiable el trazado de las líneas que unen estos puntos de referencia y se combinan para formar los ángulos abordados en el trabajo.

Por último, otra gran limitación fue la del período POP que llevaba cada participante, que fue muy variado y dificultaba la capacidad de poder discutir los artículos encontrados. Por lo tanto, sería interesante poder realizar un estudio donde el lapso de tiempo POP sea más específico.

## VIII. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo se pudo dar respuesta a nuestra pregunta de investigación y cumplir con los objetivos planteados. Al analizar los datos se concluye que, de todos los deportistas evaluados, sólo los participantes nº5 y 9 cumplen los criterios propuestos por la evidencia para el RTP. A diferencia del resto, que en al menos en una de las pruebas no alcanzan los criterios mínimos aceptados por la evidencia.

Al analizar los resultados entre ambas extremidades, solamente en el SLDJ la totalidad de los participantes alcanzaron un LSI >90%. Por el contrario, en el resto de las pruebas se hallaron diferencias significativas entre los resultados de la pierna operada en comparación con la pierna sana, evidenciando que no todos los participantes alcanzaron una simetría ideal en relación a la fuerza y/o función de las extremidades. Estos resultados pueden ser utilizados específicamente en cada caso particular para implementar estrategias con el objetivo de mejorar estas asimetrías y reducir el riesgo a una futura lesión. Además, en relación al LSI se concluye que no debe ser el único criterio a tener en cuenta para el RTP, por el riesgo que posee de enmascarar rendimientos insuficientes de las extremidades, siendo necesario analizar resultados de rendimiento absoluto en cada pierna e incluir un análisis de la biomecánica con la que el deportista realiza las diferentes acciones dinámicas que requiere el deporte.

Contrastando los resultados obtenidos en los test de fuerza analítica con los test funcionales, se observa que no hay relación entre la funcionalidad del paciente y la simetría de la fuerza analítica para la extremidad inferior. Es por esto que se concluye que es necesario incluir ambos aspectos como parte del proceso de RTP, con el objetivo de tener una mirada más holística del examen funcional de cada deportista.

Por último, al interpretar los datos del cuestionario de valoración subjetiva ACL-RSI se concluye que hay una relación no lineal con los resultados funcionales y/o de fuerza, lo que indica que valorar los factores psicológicos a través de esta escala es un paso fundamental y necesario para el RTP, y que deben ser abordados individualmente en el proceso de rehabilitación.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Forriol F, Maestro A, Vaquero Martín J. El ligamento cruzado anterior: morfología y función. 2008;19(1):7-18. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:599f8b18-a7de-468a-b346-0b9b2edda9ee>
2. Álvarez DR, Gómez DG, Pastrana DAP. Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. 2018;25(1):50-8. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:7d5798b7-d306-412a-9c84-546ea59c03f4>
3. Yañez R, Gómez G, Pastrana A. Elección del injerto en cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. 2010;17(3):199-204. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:cb800f15-4995-48e0-93af-d2c8ca3c31e7>
4. Goes RA, Cossich VRA, França BR, Campos AS, Souza GGA, Bastos R do C, et al. RETURN TO PLAY AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2020 [citado 15 de agosto de 2024];26(6):478-86. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/fXnqrrFhyBX6pmQ4qYtfMSr/?lang=en>
5. Tondelli E. Prevalencia e incidencia de lesiones en un equipo de rugby amateur en argentina. Revista de la AKD [Internet]. 2020;78:6-16. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:4f1c5beb-a709-416c-9fe5-6dd1ac6b9b9a>
6. Ratto GD, Cascales MM, Marín MAFV, Alemán AC. Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla [Internet]. 2001 [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla G. Doménech Rattoa, M. Moreno Cascalesa, M.A. Fernández-Villacañas Marína,
7. Kapandji A. La rodilla. En: Fisiología articular, volumen 2: esquemas comentados de mecánica humana: miembro inferior. Sexta edición. Madrid: Médica panamericana; 2012. p. 66-154.
8. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior Cruciate Ligament Injuries: Anatomy, Physiology, Biomechanics, and Management. Clinical Journal of Sport Medicine [Internet]. 2012 [citado 20 de marzo de 2024];22(4):349-55. Disponible

en: <https://journals.lww.com/00042752-201207000-00007>

9. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. WJO [Internet]. 2016 [citado 20 de marzo de 2024];7(2):82-93. Disponible en: <http://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v7/i2/82.htm>
10. Mejías JDA, García-Estrada GA, Pérez-España LA. Actualización en las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas. Artroscopía [Internet]. 2015 [citado 10 de abril de 2024];22(1):1-11. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:51447e05-542e-4a9b-acb7-4dc4a46d34b0>
11. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. Am J Sports Med [Internet]. 2010 [citado 25 de marzo de 2024];38(10):1968-78. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510376053>
12. Gerbino P, Nielson J. Lesiones de rodilla. En: Medicina Deportiva Clínica. Primera edición. Madrid: Elsevier; 2008. p. 421-40.
13. Ramos Álvarez J, López F, Segovia J, Martínez H, Legido J. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte [Internet]. 2008 [citado 11 de abril de 2024];8(29):62-92. Disponible en: Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
14. Codesido P, Leyes M, Forriol F. Relación entre el mecanismo de producción y las lesiones concomitantes en las roturas del ligamento cruzado anterior. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología [Internet]. 2009 [citado 15 de abril de 2024];53(4):231-6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1888441509001222>
15. Simonsen EB, Magnusson SP, Bencke J, Næsberg H, Havkrog M, Ebstrup JF, et al. Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver? Scandinavian Med Sci Sports [Internet]. 2000 [citado 15 de abril de 2024];10(2):78-84. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0838.2000.010002078.x>

16. Márquez Arabia JJ, Márquez Arabia WH. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia* [Internet]. 2009 [citado 20 de abril de 2024];22(3):256-71. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/8420>
17. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 2007 [citado 15 de abril de 2024];41(suppl 1):i47-51. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsem.2007.037192>
18. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Mechanisms for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: Knee Joint Kinematics in 10 Injury Situations from Female Team Handball and Basketball. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010 [citado 22 de abril de 2024];38(11):2218-25. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510373570>
19. Carlson VR, Sheehan FT, Boden BP. Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries: A Systematic Review. *JBSJ Rev* [Internet]. 2016 [citado 26 de abril de 2024];4(11). Disponible en: <https://journals.lww.com/01874474-201611000-00005>
20. Hashemi J, Breighner R, Chandrashekar N, Hardy DM, Chaudhari AM, Shultz SJ, et al. Hip extension, knee flexion paradox: A new mechanism for non-contact ACL injury. *Journal of Biomechanics*. 2011;44(4):577-85.
21. LLOYD Ireland M. Anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Journal of athletic training* [Internet]. 1999 [citado 26 de abril de 2024];34(2):150-4. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/7219818\\_Anterior\\_Cruciate\\_Ligament\\_Injury\\_in\\_Female\\_Athletes\\_Epidemiology](https://www.researchgate.net/publication/7219818_Anterior_Cruciate_Ligament_Injury_in_Female_Athletes_Epidemiology)
22. Álvarez R, Gómez G, Pachano Pastrana A. Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. *Rev Asoc Argent Traumatol Deporte* [Internet]. 2018 [citado 16 de abril de 2024];25(1):50-8. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:84866809-5a59-4928-bec7-4495868ca182>
23. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *Journal Orthopaedic Research* [Internet]. 2022 [citado 25 de abril de 2024];40(3):531-40. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jor.25257>

24. Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, McKay MJ, Sullivan J, Fuller CW, et al. Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports Med [Internet]*. 2022 [citado 25 de abril de 2024];52(10):2447-67. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s40279-022-01697-w>
25. Alsubaie SF, Abdelbasset WK, Alkathiry AA, Alshehri WM, Azyabi MM, Alanazi BB, et al. Anterior cruciate ligament injury patterns and their relationship to fatigue and physical fitness levels – a cross-sectional study. *Medicine [Internet]*. 2021 [citado 29 de abril de 2024];100(1):e24171. Disponible en: <https://journals.lww.com/10.1097/MD.00000000000024171>
26. Bahr R, Maehlum S, Bolic T. Rodilla. En: *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Panamericana; 2007. p. 321-39.
27. Kilcoyne KG, Dickens JF, Haniuk E, Cameron KL, Owens BD. Epidemiology of Meniscal Injury Associated With ACL Tears in Young Athletes. Lindeque BGP, editor. *Orthopedics [Internet]*. 2012 [citado 29 de abril de 2024];35(3):208-12. Disponible en: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/01477447-20120222-07>
28. Cunniffe B, Proctor W, Baker JS, Davies B. An Evaluation of the Physiological Demands of Elite Rugby Union Using Global Positioning System Tracking Software. *Journal of Strength and Conditioning Research [Internet]*. 2009 [citado 30 de abril de 2024];23(4):1195-203. Disponible en: <https://journals.lww.com/00124278-200907000-00021>
29. Chalmers DJ, Samaranayaka A, Gulliver P, McNoe B. Risk factors for injury in rugby union football in New Zealand: a cohort study. *Br J Sports Med [Internet]*. 2012 [citado 29 de abril de 2024];46(2):95-102. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2011-090272>
30. Yañez R, Ocaranza D, DÖlz R. Elección del injerto en cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Artroscopía [Internet]*. 2010;17(3):199-204. Disponible en: <https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-anteriores/64-volumen-05-numero-1/volumen-17-numero-3/599-eleccion-del-injerto-en-cirugia-de-reconstruccion-de-ligamento-cruzado-anterior>

31. Cooper R, Hughes M. Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0 [Internet]. 2018 [citado 5 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:4a71053d-3a0e-49d9-bf3e-bb5388b21f77>
32. Donald Shelbourne K, Klotz C. What I have learned about the ACL: utilizing a progressive rehabilitation scheme to achieve total knee symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Orthopaedic Science [Internet]. 2006 [citado 5 de mayo de 2024];11(3):318-25. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0949265815325562>
33. Brotzman S, Manzke R. Lesiones de la rodilla. En: Rehabilitación ortopédica clínica. Tercera edición. España: Elsevier; 2012. p. 211-22.
34. Zarro M, Dickman M, Hulett T, Rowland R, Larkins D, Taylor J, et al. Hop to It! The Relationship Between Hop Tests and The Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport Index After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in NCAA Division 1 Collegiate Athletes. International Journal of Sports Physical Therapy [Internet]. 2023 [citado 26 de mayo de 2024];18(5). Disponible en: <https://ijspt.scholasticahq.com/article/86130-hop-to-it-the-relationship-between-hop-tests-and-the-anterior-cruciate-ligament-return-to-sport-index-after-anterior-cruciate-ligament-reconstructi>
35. Dingenen B, Truijen J, Bellemans J, Gokeler A. Test–retest reliability and discriminative ability of forward, medial and rotational single-leg hop tests. The Knee [Internet]. 2019 [citado 20 de mayo de 2024];26(5):978-87. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968016019301267>
36. Ebert JR, Edwards P, Preez LD, Furzer B, Joss B. Knee extensor strength, hop performance, patient-reported outcome and inter-test correlation in patients 9–12 months after anterior cruciate ligament reconstruction. The Knee [Internet]. 2021 [citado 20 de mayo de 2024];30:176-84. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968016021001265>
37. Rauh MJ, Macera CA, Ji M, Wiksten DL. Subsequent injury patterns in girls' high school sports. J Athl Train [Internet]. 2007 [citado 22 de mayo de 2024];42(4):486-94. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2140074/>

38. Neitzel JA, Kernozek TW, Davies GJ. Loading response following anterior cruciate ligament reconstruction during the parallel squat exercise. *Clinical Biomechanics* [Internet]. 2002 [citado 22 de mayo de 2024];17(7):551-4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003302000633>
39. Paterno MV, Ford KR, Myer GD, Heyl R, Hewett TE. Limb Asymmetries in Landing and Jumping 2 Years Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clinical Journal of Sport Medicine* [Internet]. 2007 [citado 22 de mayo de 2024];17(4):258-62. Disponible en: <https://journals.lww.com/00042752-200707000-00005>
40. McMahon JJ, Ripley NJ, Comfort P. Force Plate-Derived Countermovement Jump Normative Data and Benchmarks for Professional Rugby League Players. *Sensors* [Internet]. 2022 [citado 11 de junio de 2024];22(22):8669. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/22/8669>
41. Sacramento SN, Magalhães E, Christel P, Ingham S, Fukuda TY. A new technique in double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with implant-free tibial fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2016 [citado 23 de mayo de 2024];24(9):2831-7. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-014-3430-6>
42. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. Haddad JM, editor. *PLoS ONE* [Internet]. 2015 [citado 22 de mayo de 2024];10(10):e0140822. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0140822>
43. Freckleton G, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014 [citado 15 de junio de 2024];48(8):713-7. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092356>
44. Lunsford BR, Perry J. The Standing Heel-Rise Test for Ankle Plantar Flexion: Criterion for Normal. *Physical Therapy* [Internet]. 1995 [citado 24 de agosto de 2024];75(8):694-8. Disponible en: <https://academic.oup.com/ptj/article/2632942/The>
45. Podlog L, Eklund RC. Assisting Injured Athletes With the Return to Sport Transition: *Clinical Journal of Sport Medicine* [Internet]. 2004 [citado 25 de mayo de 2024];16(4):311-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/cjsm.2004.001136>

- 2024];14(5):257-9. Disponible en: <http://journals.lww.com/00042752-200409000-00001>
46. Feller JA, Webster KE. A Randomized Comparison of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* [Internet]. 2003 [citado 25 de mayo de 2024];31(4):564-73. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465030310041501>
47. Kvist J, Ek A, Sporrstedt K, Good L. Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2005 [citado 25 de abril de 2024];13(5):393-7. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-004-0591-8>
48. Webster KE, Feller JA. 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* [Internet]. 2020 [citado 25 de mayo de 2024];8(12):232596712096942. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967120969425>
49. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Physical Therapy in Sport* [Internet]. 2008 [citado 25 de mayo de 2024];9(1):9-15. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466853X07000971>
50. Di Stasi S, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular Training to Target Deficits Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2013 [citado 29 de mayo de 2024];43(11):777-A11. Disponible en: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2013.4693>
51. Paterno MV, Kiefer AW, Bonnette S, Riley MA, Schmitt LC, Ford KR, et al. Prospectively identified deficits in sagittal plane hip–ankle coordination in female athletes who sustain a second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Clinical Biomechanics* [Internet]. diciembre de 2015 [citado 29 de mayo de 2024];30(10):1094-101. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003315002314>
52. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second

- Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010 [citado 29 de abril de 2024];38(10):1968-78. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510376053>
53. Panos JA, Hoffman JT, Wordeman SC, Hewett TE. Medio-lateral knee fluency in anterior cruciate ligament-injured athletes during dynamic movement trials. *Clinical Biomechanics* [Internet]. 2016 [citado 29 de mayo de 2024];33:7-12. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003316000267>
54. Munro A, Herrington L, Carolan M. Reliability of 2-Dimensional Video Assessment of Frontal-Plane Dynamic Knee Valgus During Common Athletic Screening Tasks. *Journal of Sport Rehabilitation* [Internet]. 2012 [citado 29 de mayo de 2024];21(1):7-11. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/21/1/article-p7.xml>
55. King E, Richter C, Daniels KAJ, Franklyn-Miller A, Falvey E, Myer GD, et al. Can Biomechanical Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Identify Athletes at Risk for Subsequent ACL Injury to the Contralateral Uninjured Limb? *Am J Sports Med* [Internet]. 2021 [citado 29 de mayo de 2024];49(3):609-19. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546520985283>
56. Dingenen B, Malfait B, Nijs S, Peers KHE, Vereecken S, Verschueren SMP, et al. Can two-dimensional video analysis during single-leg drop vertical jumps help identify non-contact knee injury risk? A one-year prospective study. *Clinical Biomechanics* [Internet]. 2015 [citado 29 de mayo de 2024];30(8):781-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003315001771>
57. Nor Adnan NM, Ab Patar MNA, Lee H, Yamamoto SI, Jong-Young L, Mahmud J. Biomechanical analysis using Kinovea for sports application. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng* [Internet]. 2018 [citado 29 de mayo de 2024];342:012097. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/342/1/012097>
58. Dingenen B, Malfait B, Vanrenterghem J, Verschueren SMP, Staes FF. The reliability and validity of the measurement of lateral trunk motion in two-dimensional video analysis during unipodal functional screening tests in elite female athletes. *Physical Therapy in Sport* [Internet]. 2014 [citado 29 de abril de 2024];15(2):117-23. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466853X13000400>

59. De Jong SN, Van Caspel DR, Van Haeff MJ, Saris DBF. Functional Assessment and Muscle Strength Before and After Reconstruction of Chronic Anterior Cruciate Ligament Lesions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* [Internet]. 2007 [citado 10 de junio de 2024];23(1):21.e1-21.e11. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749806306011194>
60. Burland JP, Kostyun RO, Kostyun KJ, Solomito M, Nissen C, Milewski MD. Clinical Outcome Measures and Return-to-Sport Timing in Adolescent Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Athletic Training* [Internet]. 2018 [citado 10 de junio de 2024];53(5):442-51. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/53/5/442/112818/Clinical-Outcome-Measures-and-ReturntoSport-Timing>
61. O'Connor RF, King E, Richter C, Webster KE, Falvey EC. No Relationship Between Strength and Power Scores and Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury Scale 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* [Internet]. 2020 [citado 10 de junio de 2024];48(1):78-84. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546519887952>
62. Ithurburn MP, Longfellow MA, Thomas S, Paterno MV, Schmitt LC. Knee Function, Strength, and Resumption of Preinjury Sports Participation in Young Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2019 [citado 10 de junio de 2024];49(3):145-53. Disponible en: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2019.8624>
63. Kotsifaki A, Van Rossom S, Whiteley R, Korakakis V, Bahr R, Sideris V, et al. Single leg vertical jump performance identifies knee function deficits at return to sport after ACL reconstruction in male athletes. *Br J Sports Med* [Internet]. 2022 [citado 10 de junio de 2024];56(9):490-8. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2021-104692>
64. Kehribar L, Yılmaz AK, Karaduman E, Kabadayı M, Bostancı Ö, Sürücü S, et al. Post-Operative Results of ACL Reconstruction Techniques on Single-Leg Hop Tests in Athletes: Hamstring Autograft vs. Hamstring Grafts Fixed Using Adjustable Cortical Suspension in Both the Femur and Tibia. *Medicina* [Internet]. 2022 [citado 11 de junio de 2024];58(3):435. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1648-9144/58/3/435>

65. Hébert-Losier K, Wessman C, Alricsson M, Svantesson U. Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults. *Physiotherapy* [Internet]. 2017 [citado 11 de junio de 2024];103(4):446-52. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031940617300226>
66. McPherson AL, Feller JA, Hewett TE, Webster KE. Psychological Readiness to Return to Sport Is Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med* [Internet]. 2019 [citado 15 de junio de 2024];47(4):857-62. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546518825258>
67. Suzuki M, Ishida T, Matsumoto H, Kaneko S, Inoue C, Aoki Y, et al. Association of Psychological Readiness to Return to Sports With Subjective Level of Return at 12 Months After ACL Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2023 [citado 15 de junio de 2024];11(9):23259671231195030. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/23259671231195030>

## X. ANEXOS

### X.a *Consentimiento informado*

#### A. Información para el participante

Título del Trabajo: “Análisis de los parámetros de retorno al juego posterior a la reconstrucción del LCA en jugadores de rugby.” Profesional responsable: Lic. Ezequiel González.

Estamos invitando a participar en el estudio “Análisis de los parámetros de retorno al juego posterior a la reconstrucción del LCA en jugadores de rugby del club CRAI” a realizarse en dicho club de la ciudad de Santa Fe, que tiene como objetivo investigar si los jugadores de rugby masculino del club CRAI que retornaron al deporte, luego de una RLCA, cumplen los criterios propuestos por la evidencia científica para el Return to Play, que puede ser beneficiosa para los profesionales de la salud que se desempeñan en el ámbito deportivo y para los deportistas que en un futuro sufran la lesión, utilizando los resultados obtenidos para mejorar su proceso de rehabilitación.

Como parte del estudio se le harán una serie de test funcionales, específicamente el 90° Medial Rotational Hop for Distance (MRH), Single Leg Drop Jump (SLDJ) y el Countermovement Jump (CMJ). También se evaluará la fuerza de los distintos grupos musculares del miembro inferior, utilizando como objeto de medición una celda de carga. Por último, se les pedirá que completen el ACL-RCI, un cuestionario auto informado que evaluará aspectos subjetivos. El estudio que se le realizará no implica riesgos ni molestias para usted.

La participación en esta investigación puede ser beneficiosa para usted y se espera que los resultados que se obtengan con el estudio sean beneficiosos para las personas con dicha afección.

Su participación es voluntaria; usted tiene el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento si así lo decide. Si usted tiene dudas acerca del estudio o por los estudios realizados puede contactar al profesional responsable del estudio para aclarar sus dudas; los datos de los profesionales a cargo figuran en la Hoja de firmas.

La información que se recabe es estrictamente confidencial y se aplicará para dar respuesta a los objetivos del trabajo. En consecuencia, la información que se elabore como resultado de la presente investigación será enunciada en un sentido general y no habrá ninguna referencia a cuestiones individuales o personales.

Los resultados que se logren podrán ser presentados en congresos y/o publicaciones y la identidad del participante y de su familia no será revelada y su privacidad será preservada.

### **B. Hoja de firmas**

Me explicaron y leí antes de firmar sobre la participación en este trabajo de investigación. Entendí que se trata “Análisis de los parámetros de retorno al juego posterior a la reconstrucción del LCA en jugadores de rugby del club CRAI”.

Sé que puedo decidir libremente mi participación en este estudio y finalizar la misma en el momento que lo desee o considere necesario.

La participación es voluntaria y entendí que toda información personal que se recolecte es confidencial, y que no se me identificará en ningún momento.

He leído y comprendido la información contenida en este formulario; he podido hacer todas las preguntas que creí necesarias. Acepto y doy mi consentimiento a participar del mismo.

Se firman dos ejemplares iguales y se le entrega uno al firmante.

**Firma del participante**.....

Lugar y Fecha.....

Aclaración.....

DNI N°.....

**Firma de testigo** .....

Lugar y Fecha.....

Aclaración.....

DNI N°.....

**Profesional que participó del proceso de Consentimiento informado**

Firma.....

Aclaración.....

Lugar y Fecha.....

**Para preguntas o información usted puede tomar contacto con:**

Nombre y apellido: Lic. Ezequiel González

Lugar de contacto: Universidad del Gran Rosario, sede Santa Fe

Teléfono: 3498-401522

**X.b Carta de solicitud de autorización al club CRAI**

**Santa Fe, 10 de febrero de 2024**

Sr. Presidente del club CRAI Alejandro Molinas.

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

De nuestra mayor consideración:

Nos presentamos ante usted Eggstein, Juan Ignacio y Radin, Franco Nicolás, alumnos avanzados de la Universidad del Gran Rosario, en la carrera Lic. en Kinesiología y Fisiatría. Nos dirigimos a Ud. con motivo de poner en su conocimiento el interés en utilizar las instalaciones del club para realizar una serie de evaluaciones físicas con los jugadores del plantel superior de rugby, con el fin de llevar adelante la Tesina de graduación titulada “Análisis de los parámetros de retorno al juego posterior a reconstrucción del LCA en jugadores de rugby del club CRAI”, llevada a cabo por quienes le escriben y dirigida por el Kinesiólogo Lic. Ezequiel González.

Se invitará a los jugadores a participar del estudio y quienes estén dispuestos, firmarán un Consentimiento Informado que demuestre su voluntad de ser parte. Las evaluaciones constarán en la medición de la fuerza, completarán un cuestionario subjetivo y, por último, realizarán una serie de test funcionales específicamente diseñados para evaluar la función de la extremidad inferior. Las mismas van a ser supervisadas por el director de la tesina.

A continuación, le brindamos los medios de contacto para que pueda comunicarse con quienes le escriben:

[juan.eggstein22@gmail.com](mailto:juan.eggstein22@gmail.com) – 3404 519181

[francoradin95@gmail.com](mailto:francoradin95@gmail.com) – 342 5477 942

Sin más que agregar, le agradecemos su gentil atención y colaboración.

Lo saludamos atte.

**X.c Escala Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury (ACL-RSI)**

1- ¿Estás seguro de que puedes rendir al nivel de participación deportiva que tenías antes?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Ninguna confianza

- 10 (diez): Plena confianza

2- ¿Crees que es probable que vuelvas a lesionarte la rodilla practicando tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Muy probable

- 10 (diez): Nada probable

3- ¿Te pone nervioso practicar tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Extremadamente nervioso

- 10 (diez): Nada nervioso

4- ¿Estás seguro de que tu rodilla no cederá al practicar tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Nada seguro

- 10 (diez): Plena confianza

5- ¿Estás seguro de que podrías practicar tu deporte sin preocuparte por tu rodilla?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Nada seguro

- 10 (diez): Plena confianza

6- ¿Te resulta frustrante tener que tener en cuenta su rodilla con respecto a su deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Extremadamente frustrante

- 10 (diez): Nada frustrante

7- ¿Tienes miedo de volver a lesionarte la rodilla practicando tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Extremadamente temeroso
- 10 (diez): Ningún miedo

8- ¿Confía en que la rodilla resistirá la presión?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Nada seguro
- 10 (diez): Plena confianza

9- ¿Tienes miedo de lesionarte accidentalmente la rodilla practicando tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Mucho miedo
- 10 (diez): Nada de miedo

10- ¿La idea de tener que pasar por el quirófano y rehabilitación le impide practicar su deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Todo el tiempo
- 10 (diez): Ninguna vez

11- ¿Confías en tu capacidad para rendir bien en tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Nada seguro
- 10 (diez): Plena confianza

12- ¿Te sientes relajado al practicar tu deporte?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 0 (cero): Nada relajado
- 10 (diez): Totalmente relajado

El puntaje total se calcula sumando las puntuaciones de cada ítem y dividiéndolo por 12, dando una puntuación final que varía entre 0 y 100. Un puntaje más alto indica una mayor disposición psicológica para volver al deporte.

**X.d Protocolo de entrada en calor – Trabajo de campo**

	<b>Ejercicio</b>	<b>Reps.</b>
<b>General</b>	Bicicleta fija	5'
<b>Movilidad articular</b>	Movilidad de cadera AP	12 c/u
	Movilidad multidireccional tobillo	12 c/lado
	Movilidad torácica (gato bueno-malo)	12
	Flexibilidad activa cadena posterior	10 c/lado
<b>Activación neuromuscular</b>	Puente alto escalador	8 c/lado x2
	Elevación bilateral de cadera	10 x2
	Puente lateral estrella (sobre rodilla)	8 c/lado x2
	Salto laterales 1 pie	4 c/lado x2
<b>Pliometría bajo impacto</b>	Salto pogo 2 pies multidireccionales	10 x 3
	Aterrizajes desde cajón 20 cm a 2 pies	4 x 3