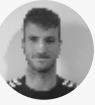
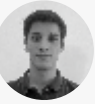


# “Tratamiento de hidrokinesioterapia sumada a la terapia kinésica en tierra para la rehabilitación en fase inicial de deportistas posterior a una reconstrucción de ligamento cruzado anterior”

**Lic. Pedro Costamagna**  
// Estudiante de la Especialidad en Kinesiología del Deporte y la Licenciatura en Actividad Física en la Universidad del Gran Rosario.  
// Docente Universitario en la Universidad del Gran Rosario.



**Lic. Natalio Cabello**  
// Estudiante del postgrado en Osteopatía (EOM)  
// Kinesiólogo del CS & D Agronomía Central (Atenea Sport).



## Introducción

La lesión de rodilla más grave es la **rotura del ligamento cruzado anterior** con alta incidencia durante la actividad deportiva. Debido a su relativa capacidad de reparación y remodelación espontánea tras su lesión, en pacientes deportistas se recomienda una reconstrucción quirúrgica para recuperar su estabilidad. Una de las opciones para la rehabilitación en fase inicial de su postoperatorio es la **hidrokinesioterapia** combinando las propiedades mecánicas y térmicas del medio con ejercicios específicos de tratamiento.

### Objetivo:

Evaluar variables clínicas y funcionales en deportistas que realicen un programa de rehabilitación de **hidrokinesioterapia** y terapia kinésica en tierra durante la fase inicial de un postoperatorio de reconstrucción de ligamento cruzado anterior en el Instituto **Dr. Jaime Slullitel** (IJS) de la ciudad de Rosario.

### Materiales y métodos:

Se realizó una serie de casos a través de un trabajo observacional, longitudinal y prospectivo. Se analizaron datos de pacientes deportistas de ambos sexos, entre 18 y 50 años de edad, con postoperatorio de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con

autoinjerto de tendón cuadriceps. Se dividieron 4 pacientes de forma aleatorizada en 2 grupos con la terapia a realizar los primeros tres meses posteriores a la cirugía: **Grupo A)** protocolo combinado (hidrokinesioterapia y terapia kinésica en tierra); y en **Grupo B)** protocolo de rehabilitación kinésica en tierra.

### Resultados:

A partir de 2 casos, la **hidrokinesioterapia** sumada a la terapia kinésica obtuvo valores clínicamente significativos en la mejora del dolor, función, kinestesia, movilidad articular y fuerza muscular de isquiotibiales manteniendo una laxitud articular óptima, mientras que, se encontraron resultados variables en relación a la fuerza muscular del cuádriceps. En relación a 2 casos, la terapia kinésica en tierra como único método de rehabilitación mejoró valores clínicamente significativos en la fuerza de isquiotibiales con una laxitud articular óptima, y con resultados variables en los niveles de función, movilidad articular, fuerza muscular del cuádriceps, kinestesia y dolor.

### Palabras clave:

Traumatismos en atletas - Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior - Fisioterapia - Terapia por ejercicio - Hidroterapia.

# Introducción

La lesión de rodilla más grave es la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) con alta incidencia durante la actividad deportiva en deportistas entre 15 y 50 años de edad. En Sudamérica, un reporte preliminar de la **Asociación Argentina de Artroscopia** durante el año 2017 registró un total de 3.210 casos de cirugía de LCA, y un estudio epidemiológico realizado en Brasil entre los años 2008 y 2014, reportó un total de 48.241 reconstrucciones con una incidencia de 3,49 cada 100.000 personas.<sup>14</sup> En deportes donde la participación entre ambos sexos es similar, la evidencia sugiere que la atleta femenina posee un mayor riesgo de lesión en comparación con el masculino. En una revisión sistemática con metaanálisis donde se estudió la tasa de lesión de ambos sexos, se encontró que en las atletas femeninas la incidencia fue mayor (0,14 por cada 1.000 horas de juego) en comparación con los masculinos (0,05 por cada 1.000 horas de juego). Esto se explica por el gran aumento de participación del sexo femenino en el deporte sumado a los factores anatómicos, biomecánicos y hormonales.<sup>5,6</sup>

Debido a su relativa capacidad de reparación y remodelación espontánea tras su lesión, en pacientes deportistas se recomienda una reconstrucción quirúrgica para recuperar su estabilidad. Se puede realizar mediante autoinjertos (extraído del propio cuerpo del paciente) o aloinjertos (injerto cadavérico crio conservado), tales como, hueso - tendón - hueso (HTH), tendones de isquiotibiales (semitendinoso - recto interno) o tendón cuadricipital.<sup>7,9</sup>

Una rehabilitación con criterios adecuados de progresión puede promover un retorno más confiable a las actividades deportivas. Una de las opciones para la rehabilitación en fase inicial de un postoperatorio de LCA es la hidrokinestoterapia, con ejercicios específicos de tratamiento. Debido a las propiedades mecánicas y térmicas del medio, esta terapéutica podría ayudar a la reducción del edema venolinfático y a la modulación del dolor, a la mejora de la sensibilidad háptica mediante la activación de exteroceptores cutáneos, a la reducción de las fuerzas de carga que actúan sobre la articulación, y a la recuperación del rango de movimiento.<sup>10,11</sup>

Todo esto le podría permitir al paciente, cursando un postoperatorio de LCA, una mayor carga de trabajo que lo aproxime a una precoz recuperación de la función de la rodilla.<sup>10,11</sup>

## Objetivos

### General:

Evaluar variables clínicas y funcionales en deportistas que realicen un programa de rehabilitación de **hidrokinestoterapia** y terapia kinésica en tierra durante la fase inicial de un postoperatorio de reconstrucción de ligamento cruzado anterior en el Instituto **Dr. Jaime Slullitel** (IJS) de la ciudad de Rosario.

### Métodos:

Se realizó una serie de casos a través de un trabajo observacional, longitudinal y prospectivo. Se incluyeron pacientes deportistas recreativos o profesionales de ambos sexos, entre 18 y 50 años de edad, con postoperatorio de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con autoinjerto de tendón cuadricipital.

Se excluyeron los pacientes que, además de la lesión de LCA, presentaron: lesión del ligamento cruzado posterior, sutura meniscal, reconstrucción del ligamento lateral interno, lesión osteocondral grado 2 a 4.

### Selección de los grupos y procedimiento de evaluación:

Se dividieron 4 pacientes en 2 grupos de forma aleatorizada a través de la elección de sobres que contenían la terapia a realizar: **Grupo A**) protocolo combinado (hidrokinestoterapia y terapia kinésica en tierra); **Grupo B**) protocolo de rehabilitación kinésica en tierra. El grupo de hidrokinestoterapia realizaba las sesiones en una temperatura con un rango terapéutico de 34-35°. En el **APÉNDICE A** se encuentran los protocolos de rehabilitación. Se llevó a cabo un seguimiento durante los primeros 3 meses posterior a la cirugía. La distribución de los programas de rehabilitación de cada grupo se puede observar en el **Gráfico 1**.

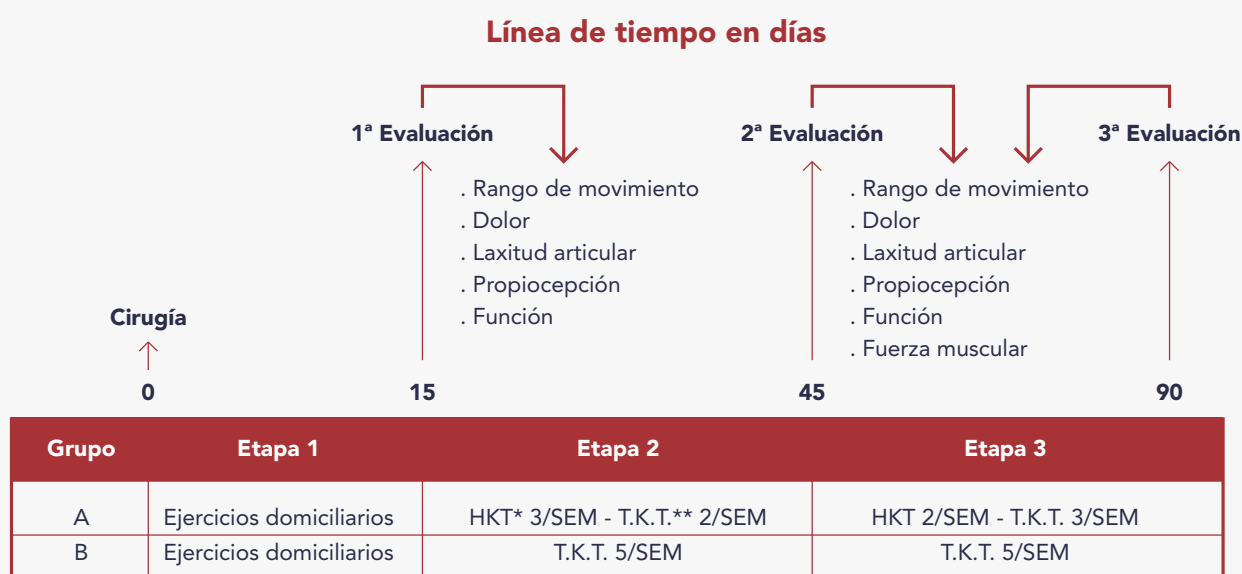
Las evaluaciones, luego de firmar un consentimiento informado, se realizaron en el Instituto **Dr. Jaime Slullitel** (IJS) con dirección en San Luis 2534 y en el Centro Universitario de Asistencia, Docencia e Investigación (CUADI) en la ciudad de Rosario, Argentina. Los test a utilizar, a cargo del **Lic. Armando Copponi**, fueron:

- . Articometer para laxitud articular.
- . Escala VAS para el dolor.

- . Cuestionario IKDC para la función.
- . Goniómetro digital (aplicación G-Pro) y regla en L para movilidad articular.
- . Test joint position sense (JPS) para la kinestesia.
- . Dinamómetro de presión en un ángulo de 80° para la fuerza de cuádriceps y un ángulo de 45° para la fuerza de isquiosurales.

Los tiempos en los que se evalúan las variables se pueden observar en el **Gráfico 1**.

**Gráfico 1. Programa de rehabilitación y tiempos de evaluación**



\*Hidrokinestoterapia \*\*Terapia Kinésica en Tierra

## Resultados:

Las características de los pacientes se detallan en la **Tabla 1**.

**Tabla 1. Características de los pacientes**

Variables	Grupo A (Protocolo combinado)		Grupo B (Protocolo de terapia en tierra)	
N° de paciente	1	2	3	4
<b>Sexo</b>	Masculino	Femenino	Masculino	Masculino
<b>Años de edad</b>	20	21	19	21
<b>Altura (m)</b>	1,80	1,70	1,70	1,95
<b>Peso (kg)</b>	76	56	65	88
<b>IMC* (kg/m2)</b>	23,46	19,38	28,49	23,14
<b>Deporte</b>	Rugby	Hockey	Fútbol	Fútbol

A continuación, se detallan los resultados de cada variable evaluada. En relación a los valores registrados del nivel de dolor, se observó una disminución en los dos grupos. Los pacientes del **Grupo A**, mostraron una reducción del dolor clínicamente significativa de la primera a la segunda evaluación por comenzar con una escala VAS de 7 y reducirlo más de 2 puntos.

Además, lograron una disminución total de 5 puntos en el paciente 1 y 6 puntos en el paciente 2. En el **Grupo B**, el paciente 3 redujo su puntuación en 1 punto desde la primera hasta la tercera evaluación, mientras que el paciente 4 disminuyó su puntuación en 3 puntos, llegando a un valor final de 0. Los valores de cada evaluación se observan en la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Resultados dolor y función**

		Grupo A		Grupo B	
Variable	Evaluación	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4
<b>Dolor</b>	1	7	7	5	3
	2	3	3	4	1
	3	2	1	4	0
<b>Función</b>	1	19,54	18,39	21,84	21,84
	2	42,53	55,17	42,52	54,02
	3	64,37	68,97	43,68	57,47

En relación a los datos de las evaluaciones a la movilidad en flexión de la rodilla, se encontraron diferencias mínimas clínicamente de 12° en todas las evaluaciones del **Grupo A**, y de la primera a la segunda evaluación en el **Grupo B**.

Con respecto al déficit de extensión de la rodilla, disminuyó durante las tres evaluaciones en ambos

grupos. Los pacientes del grupo A lograron reducir el déficit total en 5° el paciente 1 y 3,5° el paciente 2. En el grupo B, el paciente 3 experimentó una reducción total de 1,4° sin cambios de la segunda a la tercera evaluación, y el paciente 4 redujo en total 1,8° finalizando con un alto déficit de 4,5°. Los datos del déficit de extensión en grados se presentan en la **Tabla 4**.

**Tabla 4. Déficit de extensión en grados**

		Grupo A		Grupo B	
Evaluación	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	
1	6	4,5	2,4	6,3	
2	4,3	2	1	5	
3	1	1	1	4,5	

La asimetría de la laxitud articular (en milímetros) entre ambas rodillas fue menor a 3 mm en los dos grupos, indicando una distensión óptima del neoligamento.

Las evaluaciones de la kinestesia se presentan a continuación. En los movimientos de flexión, se observó una mejora en el error de posicionamiento del **Grupo A** en la tercera evaluación logrando alcanzar la diferencia mínima detectable de 1,10°. En los movimientos de extensión se observó, en los pacientes del **Grupo A**,

una mejora en el error de posicionamiento en la 2° y 3° evaluación alcanzando la diferencia mínima detectable de 1,35°.

En relación a la fuerza del cuádriceps, los pacientes que lograron un cambio mínimo detectable de 4,7 kg/f fueron el paciente 2 (**Grupo A**) y el paciente 4 (**Grupo B**). Con respecto a los resultados de fuerza muscular de isquiotibiales, todos los pacientes lograron alcanzar el cambio mínimo detectable de 4,7 kg/f. El % de simetría se observa en la **Tabla 5**.

**Tabla 5. % de simetría en fuerza muscular**

Evaluación	Grupo	Paciente	Evaluación 2	Evaluación 3
Isquiotibiales	A	1	76,66	79,08
		2	28,04*	77,23
	B	3	29,55*	70,48
		4	60,31	71,46
Cuádriceps	A	1	49,19*	52,31
		2	56,85*	61,88
	B	3	55,77*	43,89*
		4	67,53*	70,76

\*Presencia de dolor

## Discusión

Una de las fortalezas de este estudio es el análisis de las variables en pacientes con autoinjerto de tendón cuadriceps, una intervención quirúrgica con escasa calidad de evidencia científica. Otra fortaleza es el diseño de un estudio longitudinal que nos permitió observar los cambios que sufrieron las variables en los primeros tres meses posteriores a la cirugía.

Como contrapartida este estudio tiene varias limitaciones, la muestra analizada fue muy pequeña (4 deportistas) con solo una paciente femenina. En relación al análisis de la fuerza muscular, sería adecuado realizar una evaluación de la pierna sana previo a la cirugía para tener un valor más fiable, ya que la extremidad no implicada también sufre cambios posterior a la cirugía por la gran inactividad. También en relación a la fuerza, no solo evaluar el pico de torque máximo, sino también la fuerza aplicada en el tiempo (RFD) con la celda de carga como instrumento de

evaluación, que le permitiría al paciente una mayor estabilidad y menores compensaciones. Con respecto a la variable kinestesia con el uso del test JPS, si bien estudios mostraron su fiabilidad, el uso de **Biodex Medical Systems** permitiría tener mayor precisión en la medición disminuyendo el margen de error.

En cuanto a la variable kinestesia, los pacientes del **Grupo A** alcanzaron la diferencia mínima detectable en el error de posicionamiento tanto en los movimientos de flexión como de extensión. Esto puede deberse a que la inmersión en el agua junto con la presión hidrostática mejora la información sensorial a través de la estimulación de los receptores con una retroalimentación durante los ejercicios. Resultados similares se encontraron en el estudio de **Elie Hajouj y cols.** con una mejora significativa en los errores de posicionamiento utilizando el test JPS, mientras que, en el estudio de **Peultier-Celli y cols.** no se informaron diferencias significativas entre los dos grupos.<sup>12,13</sup>

Con respecto a la variable dolor, el **Grupo B** comenzó

con niveles de dolor bajos y la reducción no fue clínicamente significativa, sin embargo, el paciente 4 logró finalizar las evaluaciones en ausencia de dolor. En el grupo A se encontraron diferencias clínicamente significativas, que podría deberse a la disminución del edema a nivel de la rodilla por la presión hidrostática, también por la disminución de las cargas que recibe la articulación a causa del efecto de la flotación, y por la estimulación de los receptores sensoriales a través del agua actuando como modulador del dolor. Además, otros de los factores que contribuyen a la reducción del dolor durante la inmersión con una temperatura que se encuentre dentro de los rangos terapéuticos, podrían ser la disminución de la velocidad de conducción nerviosa, el aumento del flujo sanguíneo y, por lo tanto, la mejora de la oxigenación de los tejidos. En otros estudios, la reducción del dolor fue mayor a nivel acuático, pero esas diferencias no fueron estadísticamente significativas.<sup>12,14</sup>

A nivel de la función, el grupo A obtuvo mejoras clínicamente significativas en las tres evaluaciones. Esto puede deberse a las propiedades físicas del agua, sobre todo al efecto hipogravitatorio que nos permite realizar mayor variedad de ejercicios en etapas tempranas, por ejemplo, cadena cinética abierta controlada, trote progresivo y pliometría de bajo impacto. Sumado a lo anterior, junto con la mayor reducción del dolor, les permite a los pacientes una precoz recuperación de la función de la rodilla. En otras investigaciones la rehabilitación acuática logró un aumento de la función, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos.<sup>12,14</sup>

Los resultados obtenidos a nivel de la laxitud articular mostraron una distensión óptima del neoligamento en ambos grupos. Solo un estudio de los analizados por una revisión sistemática evaluó la laxitud articular con el KT-1000 y no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.<sup>14</sup> Estos resultados permiten justificar el uso, a nivel acuático, de la cadena cinética abierta controlada en rango progresivo hasta llegar al movimiento completo, ya que por la asistencia de la fuerza de la flotación se genera una disminución de la fuerza de gravedad y las cargas que actúan sobre la articulación de la rodilla, permitiendo realizar estos ejercicios sin colocar en máxima tensión al

neoligamento reduciendo el riesgo de aumentar la laxitud articular.

En relación a la movilidad articular en flexión, el paciente 3 del grupo B experimentó un notable aumento desde la primera a la segunda evaluación, alcanzando valores cercanos a la pierna sana. Por otro lado, el grupo A logró una mejora clínicamente significativa en la flexión y una disminución significativa en el déficit de extensión. Esto puede deberse a la importancia de lograr la recuperación total de la extensión terminal de la rodilla, donde los ejercicios en el medio acuático permitirían una mejora en la amplitud del rango articular por la disminución del dolor durante la inmersión y la asistencia de movimiento por la fuerza de flotación. También la temperatura del agua a 34-35° genera relajación muscular que ayuda a lograr un mejor rango de movimiento por mejorar la viscoelasticidad de los tejidos y disminuir las limitaciones que se generan por las tensiones musculares ya que inhibe la excitabilidad de los husos neuromusculares. En relación a esta variable, resultados analizados en los estudios de **Elie Hajouj y cols. y Jaime Agraz - Valentín Martínez Frígols**, concluyeron que no hubo diferencias estadísticamente significativas tanto en flexión como extensión.<sup>13,14</sup>

En relación a la fuerza muscular, no se observaron diferencias clínicamente detectables a nivel del cuádriceps en ambos grupos, que puede deberse a la utilización del tendón del músculo como injerto. En relación a los isquiotibiales, ambos grupos lograron cambios mínimos detectables, y un alto porcentaje de simetría en el grupo A, que puede deberse a que el uso de hydro boot en cadena cinética abierta permite, según datos electromiográficos de un estudio, reducir la actividad del cuádriceps en los últimos 30-40° de extensión activando simultáneamente los isquiosurales, protegiendo así las fuerzas de cizallamiento anterior excesiva sobre el neoligamento y generando mayor ganancia de fuerza en este músculo.<sup>15</sup>

Analizando los resultados en otros estudios, **Peultier-Celli y cols.** encontraron diferencias significativas en el grupo que realizó hidrokinesioterapia en el nivel de fuerza de cuádriceps e isquiotibiales, que se midieron con la escala de Daniels (puntuación 0-5) y se confirmó con una prueba isocinética.<sup>12</sup> Mientras que, en la

revisión sistemática concluye que la rehabilitación en el agua es igual de efectiva que en la tierra para restaurar la fuerza muscular del cuádriceps, pero no tan eficaz para restablecer la de los isquiotibiales.<sup>14</sup>

Otro aspecto a analizar que nos deja esta investigación es la importancia que tiene el profesional de la kinesiología no solo en el proceso de rehabilitación de la lesión, sino que también en la necesidad de analizar las tasas de lesión, factores de riesgo, mecanismos lesionales para programar y llevar a cabo programas preventivos que busquen reducir esta lesión que tantos problemas generan a largo plazo en la carrera de un deportista. Como propuesta a futuro, sería interesante continuar la tesina con una mayor muestra.

## Conclusión

A partir de 2 casos, la hidrokinesioterapia sumada a la terapia kinésica en tierra es una alternativa de rehabilitación que demuestra ser segura y confiable para mejorar valores clínicamente significativos de dolor, función, kinestesia, movilidad articular y fuerza muscular de isquiotibiales, manteniendo una laxitud articular óptima. Se encontraron resultados variables en los pacientes en relación a la fuerza muscular del cuádriceps.

En relación a otros 2 casos, la terapia kinésica en tierra como único método de rehabilitación mejoró valores clínicamente significativos en la fuerza de isquiotibiales, con una laxitud articular óptima. Se encontraron resultados variables entre los pacientes en los niveles de función, dolor, kinestesia, movilidad articular y fuerza muscular del cuádriceps.

## Agradecimientos o conflicto de interés

El presente trabajo ha formado parte de la tesis de grado presentada para alcanzar el título de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad del Gran Rosario. Agradecer a nuestro tutor Armando Copponi por guiar y acompañar el desarrollo de este trabajo, y al jurado de nuestra tesina la **Mg. Romina González** y el **Dr. Carlos Cagnone**.

## Referencias Bibliográficas

1. 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. Revista de Artroscopia. 2015; 22(1): 1-11. Disponible en: [https://revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen-22-nro-1/PDF/22\\_01\\_01\\_Ayala.pdf](https://revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen-22-nro-1/PDF/22_01_01_Ayala.pdf)
2. Nardin L. Registro Argentino de Ligamento Cruzado Anterior. Reporte Preliminar. Revista de Artroscopia. 2017; 24(4): 160-165. Disponible en: [https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen24-nro-4/24\\_04\\_06\\_Nardin/24\\_04\\_06\\_Nardin.pdf](https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen24-nro-4/24_04_06_Nardin/24_04_06_Nardin.pdf)
3. Lopes TJA, Simic M, Pappas E. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Brazil's public health system. Rev Bras Med Esporte. 2016; 22(4): 297-301. <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204159074>
4. D'Elia MC. Prevalencia de lesiones asociadas a rotura aguda de ligamento cruzado anterior (LCA). AATD. 2015. Disponible en: [https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2017/12/prevalencia\\_de\\_lesiones\\_asociadas\\_22\\_1.pdf](https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2017/12/prevalencia_de_lesiones_asociadas_22_1.pdf)
5. Chia L, Silva D, Whalan M, McKay M, Sullivan J, 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". Sport Medicine. 2022; 52(10): 2447-2467. doi: 10.1007/s40279-022-01697-w
6. Patel AD, Bullock GS, Wrigley J, Paterno MV, Sell TC, et al. Does sex affect second ACL injury risk? A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med. 2021; 55(15): 873-82. doi: 10.1136/bjsports-2020-103408
7. Dallo DI. Aumentación biológica intra-operatoria en lesiones parciales del LCA. AATD. 2017; 24(1): 50-58. Disponible en: [https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2017/12/aumentacion\\_biologica\\_24\\_1.pdf](https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2017/12/aumentacion_biologica_24_1.pdf)
8. Calvo R, Anastasiadis Z, Figueroa D. Elección de injerto en reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

¿Existe un injerto ideal? Rev Esp Artroc Cir Articul. 2017; 24(57): 59-66. 10.24129/j.reaca.24e57.fs1704017

9. Samuelsen BT, Webster KE, Johnson NR, Hewett TE, Krych AJ. Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients. Clin Orthop. 2017; 475(10): 2459-68. doi: 10.1007/s11999-017-5278-9

10. Fraile MA, Rodríguez JG, Fernández de las Peñas C. Principios básicos y fundamentos de la terapia acuática. En: Terapia acuática: abordajes desde la fisioterapia y la terapia ocupacional. Elsevier. Barcelona: Elsevier; 2015. p. 3-15.

11. Ferreira AA, Rodrigues PA, Watanabe LAR. A hidroterapia na reabilitação da lesão do ligamento cruzado anterior: revisão bibliográfica. Fisioterapia Esportiva. 2014; 2(3): 44-49. Disponible en: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/2/article/view/546/263>

12. Peultier Celli L, Mainard D, Wein F, Paris N, Boisseau P, et al. Comparison of an Innovative Rehabilitation,

Combining Reduced Conventional Rehabilitation with Balneotherapy, and a Conventional Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes. Front Surg. 2017; 4.

<https://doi.org/10.3389/fsurg.2017.00061>

13. Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, Talebian S, Ghazi S. Effects of Innovative Aquatic Proprioceptive Training on Knee Proprioception in Athletes with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. Arch Bone Jt Surg. 2021; 9(5): 519-26. doi: 10.22038/abjs.2020.50106.2485

14. Agraz Rubio J, Martínez V. Beneficios del ejercicio físico acuático en la readaptación de la lesión del ligamento cruzado anterior. Rev Investig En Act Acuát. 2017; 1(1): 33-9. doi: 10.21134/riaa.v1i1.1108

15. Pöyhönen T, Keskinen KL, Kyröläinen H, Hautala A, Savolainen J, et al. Neuromuscular function during therapeutic knee exercise under water and on dry land. Arch Phys Med Rehabil. 2001; 82(10): 1446-52. doi: 10.1053/apmr.2001.25073



## Apéndice A

### Protocolo de terapia kinésica

Fase	Objetivos	Ejercicios
<b>I:</b> 0-15 días	<ul style="list-style-type: none"><li>. Disminuir el dolor.</li><li>. Controlar la inflamación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Marcha con muletas + férula en extensión.</li><li>. Elevación de la pierna recta con férula.</li><li>. Movimientos de flexo extensión con apoyo de talón sobre el plano.</li><li>. Contracciones isométricas del cuádriceps.</li><li>. Terapia "RICE".</li></ul>
<b>II:</b> 15- 45 días	<ul style="list-style-type: none"><li>. Recuperación progresiva del rango de movimiento con énfasis en la extensión de la rodilla y 90° de flexión.</li><li>. Incrementar progresivamente el tono muscular de cuádriceps, isquiotibiales y sóleo.</li><li>. Comenzar la reeducación de la marcha.</li><li>. Aumentar la estimulación propio y exteroceptiva.</li><li>. Mejorar la estabilidad lumbopélvica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Masoterapia - liberación miofascial de tejidos blandos.</li><li>. Movilizaciones pasivas, auto asistida, activa de articulación femorotibial, femoro rotuliana, cadera y tobillo.</li><li>. Electroestimulación neuromuscular a nivel del cuádriceps.</li><li>. Extensión de rodilla con bloqueo activo de cuádriceps.</li><li>. Ejercicios bipodales con progresión a unipodal en muletas con desplazamiento del centro de gravedad.</li><li>. Puente glúteo sobre pelota.</li><li>. Ejercicios de CCA de 90 a 45° y CCC de 0 a 60°.</li><li>. Ejercicios de cadena cerrada encamilla de pilates o sentadilla con pelota en pared.</li><li>. Driles de marcha.</li></ul>
<b>III:</b> 45- 90 días	<ul style="list-style-type: none"><li>. Recuperación total del rango de movimiento.</li><li>. Inicio de saltos, absorción del impacto y propulsión para la mecánica del trote y la carrera.</li><li>. Aumentar fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Absorción bipodal sin impacto, luego unipodal.</li><li>. Propulsión + absorción bipodal, luego unipodal.</li><li>. Trabajo pliométrico (Jump, Bounce, Hop) hacia adelante, luego hacia los laterales.</li><li>. Ejercicios de CCA 90 a 30° y CCC de 0 a 90°.</li></ul>

## Apéndice A

### Protocolo de hidrokinestoterapia

Fase	Semanas	Ejercicios
II	2 a 4	<p><b>Después de cada ejercicio se realizan driles de marcha como pausa activa.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>. Bicicleta o caminata en parte profunda 5´</li><li>. Movilidad articular acuática femorotibial y femoropatelar, maniobras artocinématicas, trabajo de cicatriz.</li><li>. Hidroinducción: manos cruzadas, deslizamiento, infrapatelar.<ul style="list-style-type: none"><li>. Flexión pasiva forzada con tobilleras.</li><li>. Bloqueo en extensión de rodilla con banda elástica.</li><li>. Péndulo frontal y lateral sin elementos.</li></ul></li><li>. Sentadilla bipodal y unipodal tomado de la baranda.</li><li>. Fortalecimiento de soleo bipodal en escalera.</li><li>. Fortalecimiento de musculatura pélvica con banda por encima de rodillas.<ul style="list-style-type: none"><li>. Caminata por la pared (elongación activa cadena posterior).<ul style="list-style-type: none"><li>. CCA: 4 series x 15 repeticiones c/ 1" pausa</li></ul></li><li>. 3° y 4° semana: 90° a 45° sin elementos a baja velocidad.</li></ul></li><li>. Ejercicio de equilibrio y propiocepción en apoyo monopodal con balanceo de la pierna contralateral.</li></ul>
	4 a 6	<ul style="list-style-type: none"><li>. Fortalecimiento de glúteo mayor e isquiotibiales con tobillera (variantes).<ul style="list-style-type: none"><li>. Sentadilla bipodal y unipodal sin sujeción con activación de miembros superiores y control de tronco.</li></ul></li><li>. Fortalecimiento musculatura pélvica con banda plana y rodilla en flexión.<ul style="list-style-type: none"><li>. Péndulo frontal y lateral con aletas.</li><li>. Pliometría en el escalón más profundo de la escalera.<ul style="list-style-type: none"><li>. Propiocepción con tabla.</li></ul></li><li>. CCA: 4 series x 15 repeticiones c/ 1" pausa</li></ul></li><li>. 5° y 6° semana: 90° a 0° sin elementos a baja velocidad.</li><li>. Trote con cinturón de flotación en parte profunda sin descarga.</li></ul>

## Apéndice A

### Protocolo de hidrokinesioterapia

Fase	Semanas	Ejercicios
III	6 a 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Incorporar elementos anti-hidrodinámicos para el fortalecimiento muscular.               <ul style="list-style-type: none"> <li>// Sentadilla (tomado del pasamanos, con 2 tablas, bipodal, unipodal, sin sujeción, con un flotador debajo de los pies, pisando tobilleras, con bandas elásticas).</li> <li>// Fortalecimiento de sóleo unipodal y pisando tobilleras.</li> <li>// Cadena parcialmente cerrada con flotadores dobles.</li> </ul> </li> <li>. CCA: 6 series x 15 repeticiones c/ 1" pausa</li> <li>// 7° y 8° semana: 100-110° a 0° sin elementos a mayor velocidad.               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Trote sin cinturón en parte profunda con descarga.</li> </ul> </li> <li>. Fortalecimiento muscular y reeducación de marcha utilizando patrones de los anillos de Bad Ragaz bidimensionales.               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Pliometría: de frente, lateral, espalda.</li> </ul> </li> <li>. Propiocepción y equilibrio: tabla, hemiesfera, secuencia corta de Ai Chi coordinando brazos y piernas.</li> </ul>
	8 a 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>. CCC con variantes, por ejemplo, en escalera con mayor carga.               <ul style="list-style-type: none"> <li>. CCA: 6 series x 15 repeticiones c/ 1" pausa</li> </ul> </li> <li>// 9° y 10° semana: 120-130° a 45° con aletas de resistencia a baja velocidad.               <ul style="list-style-type: none"> <li>// 11° y 12° semana: 120-130° a 0° con aletas de resistencia a alta velocidad.</li> </ul> </li> <li>. Rueda de bicicleta con tobilleras de flotación.</li> <li>. Trote en parte media de la pileta con variantes.               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Zig – zag con absorción de movimiento.</li> </ul> </li> <li>. Mini trump: equilibrio, sentadilla, trote, saltos en base inestable.               <ul style="list-style-type: none"> <li>Progresión anulando los receptores ópticos.</li> </ul> </li> <li>. Patrones musculares de Bad Ragaz tridimensionales simétricos y asimétricos.               <ul style="list-style-type: none"> <li>. Hydro boot CCA con activación concéntrica cuádriceps y concéntrica de isquiotibiales.</li> </ul> </li> </ul>