

Diferencias en los efectos de los entrenamientos de “Curl Nórdico” v/s “Ejercicios excéntricos” en la fuerza de la musculatura Isquiosural en futbolistas amateur universitarios.

Differences in the effects of "Nordic Hamstring exercises" vs. "Eccentric Exercises" Protocols on Hamstring Strength in amateur soccer players university.

*Jorge Cancino-Jiménez, *Vicente Tapia-Contreras, *Oliver Nuñez-Coronado, *Diego Faúndez-Pozo, *Manuel Retamal-Espinoza, *David Arriagada-Tarifeño, *Eduardo Cifuentes-Silva, **Esteban Aedo-Muñoz

*Universidad de Santiago de Chile (Chile), **Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Chile)

Resumen. Introducción: Las lesiones de isquiosurales tienen alta incidencia en el deporte, por lo que resulta imperativo la prevención mediante entrenamiento. Se busca y evalúa constantemente la eficacia de distintos ejercicios, sobre todo los ejercicios excéntricos por su efecto protector. Objetivo: Comparar y observar diferencias en Trabajo y Torque peak en la representación de fuerza de isquiosurales, mediante dinamometría isocinética pre y post ejecución de programas de entrenamiento excéntrico. Metodología: 2 grupos de entrenamientos aleatorios, a ambos se les realizó evaluación isocinética para isquiosurales, a velocidades de 60°/s y 180°/s bilateral; posteriormente se realizó un entrenamiento de 6 semanas; el Grupo 1 (G1) realizó un entrenamiento de “Curl Nórdico” (CN), y el Grupo 2 (G2) un programa excéntrico (EE) excluyendo al CN, posterior al programa se reevaluaron. Resultados: Ambos entrenamientos evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en ganancia de fuerza excéntrica en promedio, no así en repeticiones máximas ($p > 0,05$). Por otra parte, ambos entrenamientos muestran grandes tamaños del efecto. No hubo diferencias significativas entre los entrenamientos al compararlos en ganancia de fuerza. Conclusión: El programa de entrenamiento curl nórdico (G1) y de ejercicios excéntricos que excluyen al CN (G2) ha demostrado ser una opción viable para generar adaptaciones neuromusculares que se traducen en ganancia de fuerza excéntrica y reducción del riesgo de lesión, gracias a la optimización de las ratios funcionales.

Palabras Clave: Entrenamiento de fuerza, Isquiosurales, dinamometría isocinética, fuerza muscular, lesión por distensión.

Abstract. Introduction: Hamstring injuries have a high incidence in sports, so prevention through training is imperative. The effectiveness of different exercises is constantly sought and evaluated; especially eccentric exercises due to their protective effect. Objective: Compare and observe differences in Work and Peak Torque in the representation of Hamstring strength, through isokinetic dynamometry pre and post execution of eccentric training programs. Methodology: 2 groups of random training, both of which undergo isokinetic evaluation for hamstrings, at speeds of 60°/s and 180°/s bilaterally; Subsequently, a 6-week training was carried out; Group 1 (G1) performed a “Nordic Curl” (CN) training, and Group 2 (G2) an eccentric program (EE) excluding the CN, after the program they were re-evaluated. Results: Both training sessions showed significant differences ($p < 0.05$) in average eccentric strength gain, but not in maximum repetitions ($p > 0.05$). On the other hand, both trainings show large effect sizes. There were no significant differences between the workouts when comparing them in strength gain. Conclusion: The Nordic curl training program (G1) and eccentric exercises that exclude the CN (G2) have proven to be a viable option to generate neuromuscular adaptations that translate into eccentric strength gain and reduction in the risk of injury, thanks to the Optimization of functional ratios.

Keywords: Strength training, hamstrings, isokinetic dynamometry, muscle strength, strain injury.

Fecha recepción: 21-06-24. Fecha de aceptación: 11-10-24

Eduardo Cifuentes-Silva

eduardo.cifuentes.s@usach.cl

Introducción

Las lesiones por distensión de la musculatura Isquiosural son de alta incidencia dentro del fútbol (Silvers-Granelli, Cohen, Espregueira-Mendes, & Mandelbaum, 2021) debido a que durante la práctica de este, se realizan movimientos repetitivos como la patada al balón y carreras de alta velocidad, lo que es un factor predisponente a sufrir lesiones deportivas (Chang et al., 2020), considerando estos factores, se han descrito 2 tipos de mecanismos de lesión muscular: i) estiramiento y ii) sprint, el primero ocurre en movimientos que involucran una flexión de cadera con extensión de rodilla, mientras que el segundo ocurre en carreras máximas o submáximas, siendo este último el mecanismo más común (Huygaerts et al., 2020). Además, se ha reportado que, en la alta competencia, que el sprint implica un 60% de los casos de lesión de este grupo muscular (Cuthbert et al., 2020). Estas lesiones representan un 12% del total de las lesiones de miembro inferior que sufren los jugadores de fútbol en las grandes ligas europeas (Ekstrand, Hägglund, & Waldén, 2011; Gérard, Gojon, Declève, & Van

Cant, 2020), y a su vez, implican un 37% de todas las lesiones musculares en el fútbol (van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart, & Backx, 2015), donde en el 80% de los casos se ve involucrada la cabeza larga del Bíceps femoral (Gérard et al., 2020). Actualmente, existen diversos métodos de prevención de estas lesiones musculares, dentro de los cuales, aparecen los programas de entrenamiento excéntricos de la musculatura isquiosural, que han demostrado generar una disminución del 57% de este tipo de lesión en comparación al entrenamiento concéntrico, mediante un aumento en la capacidad de generar fuerza excéntrica (Mjølunes, Arnason, Østhaugen, Raastad, & Bahr, 2004; Silvers-Granelli et al., 2021), destacando que esta es la necesaria durante las carreras de alta velocidad para generar estabilidad dinámica, la cual, se asocia con una desaceleración de la pierna al final de la fase de balanceo en el ciclo de la carrera (Knapik, Bauman, Jones, Harris, & Vaughan, 1991), quedando en evidencia que un músculo debilitado tiene una alta relación con riesgo de lesión durante contracciones musculares de tipo excéntricas (Garrett, 1990; Knapik et al., 1991; Mair, Seaber, Glisson, & Garrett, 1996)

Los ejercicios excéntricos, se utilizan con el objetivo de

optimizar la relación funcional isquiosural/cuádriceps (I:C), que relaciona el Torque Peak (TP) en contracción excéntrica de los isquiosurales con la contracción concéntrica del cuádriceps, presentando valores óptimos entre 0,7 y 1,0 (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998; Hewett, Myer, & Zazulak, 2008; Martínez, Gómez, & Vivas, 2016). Cuando esta relación funcional se encuentra en rangos óptimos, disminuye el riesgo de lesión de los isquiosurales (Croisier, 2004) y, por el contrario, aumenta el riesgo de lesión cuando hay un desbalance en esta relación (Hewett et al., 2008; Knapik et al., 1991; Martínez et al., 2016), siendo este, un indicador de la capacidad de los isquiosurales de generar estabilidad dinámica articular durante una extensión de rodilla activa (Aagaard et al., 1998; Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1995).

Para evaluar la fuerza muscular, ya sea concéntrica o excéntrica, existen diversos métodos, el *Gold standard* para esta evaluación es la dinamometría isocinética (Huesa Jiménez, García Díaz, & Vargas Montes, 2005), la cual entrega resultados de alta confiabilidad al evaluar la fuerza muscular con una resistencia ajustable a una velocidad angular constante, permitiendo la generación de fuerzas máximas a un rango de movimiento prescrito (Habets, Staal, Tijssen, & van Cingel, 2018). Esta puede expresar y representar la capacidad muscular en términos de Fuerza, Potencia, Trabajo (W), Torque, Torque Peak (TP), entre otras; estas variables cuantitativas facilitan su manipulación y tratamiento estadístico (González et al., 2024; Huesa Jiménez et al., 2005), además de permitir establecer y plantear diferentes objetivos de evaluación y tratamiento, dependiendo de la variable estudiada.

El TP representa el torque máximo producido en un único punto de contracción (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Perrin, Robertson, & Ray, 1987; Simpson et al., 2019) y el W representa la capacidad de generar torque muscular en todo el rango de movimiento (Häkkinen & Komi, 1986; Perrin et al., 1987; Simpson et al., 2019), la capacidad de mantener un nivel determinado de la producción de torque a lo largo del tiempo es el indicador más preciso de la rehabilitación muscular funcional (Simpson et al., 2019), es por esto que la medición y evaluación del TP, tanto en la prevención de lesiones como en la rehabilitación de estas, no es un parámetro exclusivo y específico para la representación de la función muscular (Barry Dale & Ogletree, 2005; Simpson et al., 2019).

Con respecto a esta evaluación de fuerza muscular en dinamometría isocinética, la literatura ha señalado que los valores del TP a velocidad de 60°/s durante la flexión y extensión de la rodilla fueron mayores en jugadores de fútbol profesionales que en jugadores de fútbol amateur (Gouveia et al., 2023), sin embargo, aún falta comparación entre estas mismas poblaciones para la variable del W.

Existen distintos tipos de ejercicios excéntricos, siendo el más reconocido el “curl nórdico” (CN), pudiendo aumentar la fuerza excéntrica y minimizar el riesgo de lesión (Islam & De, 2018), en porcentajes que van desde el 51-

70% (Al Attar, Soomro, Sinclair, Pappas, & Sanders, 2017; Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Rico-González & Morales-Hernández, 2021; van der Horst et al., 2015; van Dyk, Behan, & Whiteley, 2019). Cabe destacar que en este ejercicio en específico se logran peaks y ángulos de activación similares a los producidos durante el sprint máximo (van den Tillaar, Solheim, & Bencke, 2017), además de generar adaptaciones que reflejan un mayor TP de fuerza excéntrica de cadera y rodilla durante la fase de *swing* de la carrera, lo que respalda el uso de este ejercicio como método preventivo (Alt et al., 2021). Sin embargo, se debe tener en cuenta que existe una gran barrera a la hora de ser incluido o mantener la adhesión al entrenamiento, y es la percepción negativa asociada al dolor muscular que genera (Chang et al., 2020; Chesterton, Draper, Portas, & Tears, 2022). Por lo que parece importante generar programas de entrenamiento de tipo excéntrico para la musculatura Isquiosural que aumenten la tasa de cumplimiento (Cuthbert et al., 2020), aumento de fuerza excéntrica de isquiosurales, una mejor relación I:C funcional (Delvaux et al., 2020), asimilando las contracciones musculares a la carrera y sprint (van den Tillaar et al., 2017). Sin embargo, no se posee claridad sobre si este tipo de ejercicios logran una menor, igual o mayor ganancia de fuerza excéntrica en el mismo tiempo de entrenamiento que el CN. Por lo que aún no se pueden establecer comparaciones entre los entrenamientos con el fin de elegir un programa preventivo ante este riesgo de lesión, de manera que sea efectivo, optimizando a la vez la percepción y respuesta de los sujetos implicados.

Materiales y métodos

El estudio realizado corresponde a un ensayo clínico aleatorizado con una duración de 8 semanas, considerando 2 semanas de evaluación (Pre y Post) y 6 semanas de entrenamientos. La valoración estuvo a cargo de un equipo de investigadores con experiencia en el uso del dinamómetro isocinético Humac Norm Isokinetic® Testing y el entrenamiento a cargo del investigador principal. El estudio se realizó en dependencias del laboratorio de Neuro-mecánica aplicada, perteneciente a la escuela de Kinesio-logía de la Universidad de Santiago de Chile.

Participantes

Los participantes fueron 42 futbolistas universitarios amateur (Hombres, Edad $21,8 \pm 1,9$ años / Talla $172,8 \pm 5,3$ cm, peso $72,9 \pm 8,1$ kg) los cuales fueron divididos aleatoriamente por un evaluador externo en 2 grupos (G1 y G2) de 21 participantes.

Los criterios de inclusión fueron: estudiantes universitarios que practican fútbol amateur con edad de 18 a 25 años y que participaron en la liga universitaria. Fueron excluidos participantes por los siguientes motivos: i) presentar lesión muscular de isquiosurales en los últimos 3 meses previo al inicio del estudio, ii) cursar alguna lesión musculoesquelética de extremidades inferiores al momento de la

evaluación, iii) presentar dolor muscular recurrente 8 o mayor en la escala visual análoga (EVA), iv) participar en ligas profesionales de fútbol, v) presenten comorbilidades cardíacas, respiratorias o metabólicas diagnosticadas, o vi) una vez iniciado su participación no poder completar el estudio por lesión o inasistencia a los entrenamientos programados durante las semanas de intervención. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética institucional de la Universidad de Santiago de Chile (N° 194.2023), y cada participante firmó su consentimiento antes del inicio de su participación. 17 de los participantes no lograron completar el estudio: 10 del G1 (1 por lesión practicando su actividad deportiva, 9 por inasistencia a entrenamiento) y 7 del G2 (3 por lesión practicando su actividad deportiva, 4 por inasistencia a entrenamiento). La conformación y caracterización final de cada grupo se observa en la tabla 1.

Tabla 1.

Características de los participantes

Grupo	n grupal	Edad (años)	Altura (cm)	Peso (Kg)	Dominancia
G1	11	22,09 (1,51)	173,5 (5,26)	78,27 (8,62)	D=11 I=0
G2	14	22,42 (1,91)	173,21 (4,11)	70,00 (5,87)	D=14 I=0

D= Derecha, I= Izquierda

Procedimiento

Evaluación de la fuerza isocinética

Los sujetos fueron citados al laboratorio en grupos para ser evaluados durante la semana 1 del estudio. En dicha sesión se tomaron los datos antropométricos (Edad $21,8 \pm 1,9$ años / Talla $172,8 \pm 5,3$ cm, peso $72,9 \pm 8,1$ kg). También se evaluó la dominancia de extremidad inferior, la cual, se realizó por medio de la prueba de golpear el balón de fútbol (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008). Posteriormente cada participante realizó un calentamiento antes de la evaluación isocinética que consistió en realizar trote suave en Treadmill (7 km/h por 5 minutos), además de una pauta de ejercicios de flexibilización general de extremidades inferiores y columna (Croisier et al., 2008).

Para realizar la evaluación isocinética los participantes se ubicaron sentados en la silla de evaluación con el respaldo en posición vertical considerando la comodidad del sujeto evaluado. El eje de rotación de la rodilla se posicionó en línea con el eje de rotación del dinamómetro. La almohadilla del brazo de palanca se aseguró en la parte superior a la posición de los maléolos, de modo que el movimiento del tobillo no fuese restringido. Las pruebas para todos los participantes se realizaron en un rango de movimiento predefinido de la articulación de rodilla de 70° a 5° , manteniendo un rango de protección determinado de 5° en la extensión máxima, evitando así posibles lesiones en la articulación por la realización de la prueba. Para minimizar los movimientos compensatorios del tronco durante la prueba, los participantes fueron asegurados con correas estabilizadoras de 4 puntas.

Para familiarizarse con la evaluación isocinética de la articulación de rodilla, los participantes realizaron cinco repeticiones de prueba antes de cada evaluación definitiva. La

prueba isocinética fue configurada para que cada participante realizara 3 repeticiones de flexo/ extensión de rodilla en modalidad concéntrico/ concéntrico (Con/Con) a $60^\circ/s$ en la extremidad dominante. Luego se ejecutó con la misma extremidad 5 repeticiones en la modalidad Con/Con a $180^\circ/s$ para así pasar a la evaluación de la extremidad contralateral. Posteriormente se realizó una evaluación en modalidad concéntrica/ excéntrica (Con/Exc) en 5 repeticiones a $60^\circ/s$. y finalmente se repitió la misma modalidad Con/Exc de contracción a $180^\circ/s$. El tiempo de descanso entre cada evaluación fue de 2 minutos y siempre iniciaban con la extremidad dominante (Habets et al., 2018).

A cada sujeto se le dieron instrucciones verbales para realizar la evaluación "lo más fuerte y rápido posible" a través de todo el rango de movimiento definido y fueron apoyados verbalmente por el equipo de evaluadores durante la prueba para lograr el máximo rendimiento en la evaluación. Además, a la octava semana se repitió la evaluación a cada participante respetando el mismo protocolo descrito.

Programas de entrenamiento

Cada grupo de participantes realizó un programa de entrenamiento muscular de 6 semanas dirigido a fortalecer la musculatura isquiosural. El G1 realizó un entrenamiento de 6 semanas con 2 sesiones por semana sólo con el ejercicio "Curl Nórdico" (CN), mientras que G2 realizó un entrenamiento de 6 semanas con 2 sesiones por semana de 3 diferentes ejercicios excéntricos (*Single-leg roman deadlift t-drop*, *Slide leg exercise* y *Asking's glider*) que excluyen al CN. Cada entrenamiento tuvo una duración de 45 minutos a 1 hora siendo dirigido por el grupo de evaluadores. Además, mientras duró el estudio a los participantes se les permitió seguir con su práctica deportiva normal.

Protocolo programa "Curl Nórdico" (G1)

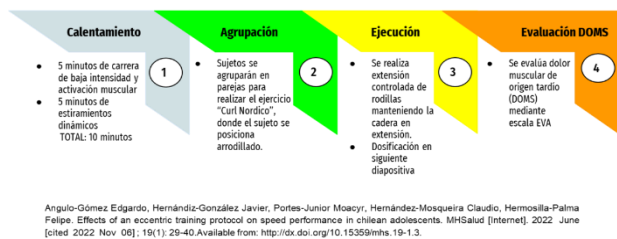
Cada sesión se inició con una fase de calentamiento de 10 minutos de duración, compuesta por 5 minutos de carrera de baja intensidad (Borg < 3) y activación muscular más 5 minutos de estiramientos dinámicos (Angulo-Gómez, Hernández-González, Portes-Junior, Hernández-Mosqueira, & Hermosilla-Palma, 2022). El Curl Nórdico se realizó en parejas, sobre una colchoneta, con apoyo en ambas rodillas y un evaluador sosteniendo los tobillos del ejecutante, momento en el cual este realizó una extensión controlada de rodillas manteniendo la cadera en extensión, como lo define los protocolos de FIFA 11 + Injury prevention program. El protocolo específico está indicado en la *figura 1*, y su dosificación (Angulo-Gómez et al., 2022) está indicada en la *figura 2*.

Protocolo programa "Ejercicios excéntricos" (G2)

La fase de calentamiento del protocolo se basó en 6 minutos de trote a baja intensidad (Borg < 3), luego realizar 3 series de 15 repeticiones de body weight half squat y por último se realizaron 3 series de 20 repeticiones de fast foot stepping, cada serie tuvo 30 segundos de recuperación

(Delvaux et al., 2020). En esta se realizaron ejercicios ex-
céntricos llamados: single-leg Roman dead-lift T-drop,
slide leg exercise, Askling's glider. El protocolo específico
está indicado en la **figura 3**, y su dosificación (Delvaux et
al., 2020) en la **figura 4**.

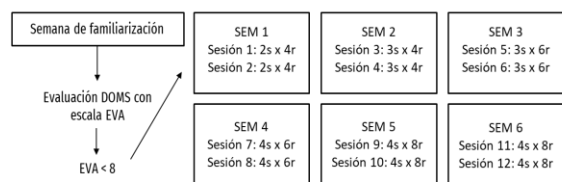
Protocolo de Curl Nórdico



Angulo-Gómez Edgardo, Hernández-González Javier, Portes-Junior Moacyr, Hernández-Mosqueira Claudio, Hermsilla-Palma Felipe. Effects of an eccentric training protocol on speed performance in Chilean adolescents. *MHSalud* [Internet]. 2022 June [cited 2022 Nov 06]; 19(1): 29-40. Available from: <http://dx.doi.org/10.15359/mhs.19-1-3>.

Figura 1. Protocolo entrenamiento G1

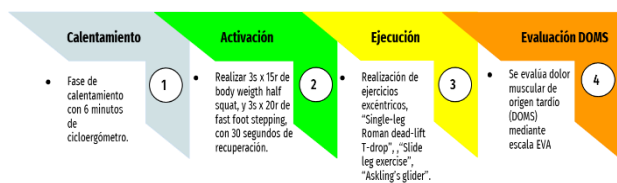
Dosificación de Curl Nórdico



Angulo-Gómez Edgardo, Hernández-González Javier, Portes-Junior Moacyr, Hernández-Mosqueira Claudio, Hermsilla-Palma Felipe. Effects of an eccentric training protocol on speed performance in Chilean adolescents. *MHSalud* [Internet]. 2022 June [cited 2022 Nov 06]; 19(1): 29-40. Available from: <http://dx.doi.org/10.15359/mhs.19-1-3>.

Figura 2. Protocolo dosificación entrenamiento G1

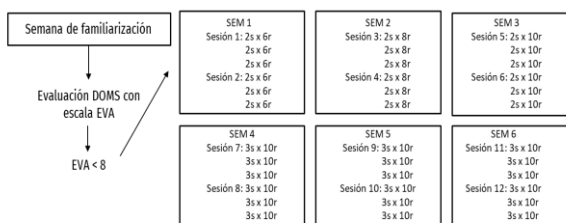
Protocolo de ejercicios excéntricos



Delvaux, F., Schwartz, C., Decréay, T., Devalckeneer, T., Paulus, J., Bomheim, S., ... & Croisier, J. L. (2020). Influence of a field hamstring eccentric training on muscle strength and flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, 41(04), 233-241

Figura 3. Protocolo entrenamiento G2

Dosificación de ejercicios excéntricos



Delvaux, F., Schwartz, C., Decréay, T., Devalckeneer, T., Paulus, J., Bomheim, S., ... & Croisier, J. L. (2020). Influence of a field hamstring eccentric training on muscle strength and flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, 41(04), 233-241

Figura 4. Protocolo dosificación entrenamiento G2

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante el programa estadístico Graphpad Prism® Versión 10.0.3. Se ejecutó el análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk cuyo resultado fue que todas las variables presentaron una distribución normal. Para el análisis inferencial se realizó un ANOVA de 2 factores de medidas repetidas para comparar los cambios luego de los entrenamientos para G1 y G2 para las variables de torque peak promedio (TP_r), torque peak repetición máxima (TP), trabajo promedio (WPr), trabajo repetición máxima (W), para las piernas dominante (D) y no dominante (ND). Para todos los análisis se establece un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia $p < 0,05$.

Posterior a esto se realizó un cálculo del tamaño del efecto con un eta cuadrado parcial (η^2_p), que fueron clasificados como pequeño (0,01-0,06), mediano (0,06-0,14) y grande (>0,14). Los datos obtenidos fueron expresados con su media y desviación estándar respectiva.

Resultados

Caracterización de los sujetos participantes

Se analizaron los resultados en total de 25 participantes, de los cuales 11 pertenecen al G1 y 14 al G2.

“ANOVA de 2 vías de mediciones repetidas para los valores promedios”

En la **tabla 2** se representan los valores obtenidos mediante el ANOVA de 2 vías de mediciones repetidas, donde se mostró que no existe un nivel de significancia en la interacción de factores entrenamiento-tiempo en ninguna de las variables estudiadas, razón por la que no se realizaron pruebas *Post-Hoc*. Por otra parte, el factor tiempo y entrenamiento mostraron diferencias significativas de forma independiente en las variables analizadas.

También se representa el tamaño del efecto de los distintos factores, donde la interacción de los factores tiempo-entrenamiento fue pequeña para las variables analizadas. El tamaño del efecto producto del entrenamiento fue grande para las distintas variables analizadas. Asimismo, el tamaño del efecto del factor tiempo fue grande para las variables analizadas.

“ANOVA de 2 vías de mediciones repetidas para los valores de repetición máxima”

En la **tabla 3** se representan los valores obtenidos mediante el ANOVA de 2 vías de mediciones repetidas no mostró diferencias significativas en la interacción entre los factores tiempo-entrenamiento para las variables analizadas, debido a esto no se realizó una prueba *Post-Hoc*. Asimismo, el factor entrenamiento tampoco presentó diferencias significativas en las variables analizadas. Por otra parte, el factor tiempo si presentó diferencias significativas en las variables analizadas.

Por otra parte, se representa el tamaño del efecto de las variables tiempo, entrenamiento y la interacción de dichos factores, donde la interacción de estos fue pequeña para las variables analizadas. Por otra parte, el factor tiempo

y entrenamiento mostraron grandes tamaños del efecto de forma independiente en las distintas variables analizadas.

Tabla 2.

Representación de la fuerza Pre y Post entrenamiento para el TPr 60°/s, WPr 60°/s, TPr 180°/s y WPr 180°/s

	Dominancia	Grupos				Tamaño del efecto					
		G1		G2		Tiempo		Entrenamiento		Interacción	
		Pre	Post	Pre	Post	p	η ² _p	p	η ² _p	p	η ² _p
TPr 60°	D	145,1(±24,6)	165,6(±17,1)	122,7(±23,1)	138,5(±27,7)	<0,0001	0,53	0,002	0,73	0,592	0,04
	ND	141,0(±35,9)	157,6(±30,4)	118,2(±22,2)	130,4(±29,4)						
WPr 60°	D	120,3(±17,2)	136,8(±18,4)	106,6(±18,6)	111,2(±18,0)	0,0001	0,4	<0,0008	0,74	0,069	0,13
	ND	116,1(±27,4)	128,0(±24,6)	98,6(±13,9)	105,3(±20,9)						
TPr 180°	D	132,8(±23,2)	152,1(±22,5)	94,6(±17,8)	108,0(±19,0)	<0,0001	0,35	<0,0001	0,84	0,46	0,05
	ND	132,5(±34,8)	144,3(±30,9)	92,7(±14,8)	100,8(±22,6)						
WPr 180°	D	97,7(±14,6)	107,5(±20,4)	69,6(±12,5)	75,2(±12,2)	0,0003	0,23	<0,0001	0,83	0,579	0,04
	ND	97,3(±22,0)	108,2(±19,7)	68,0(±10,1)	72,3(±13,9)						

D= Dominante – ND= No dominante – Pre= preentrenamiento – Post= Post entrenamiento

Tabla 3.

Representación de fuerza Pre y Post para el TP 60°/s, W 60°/s, TP 180°/s y W 180°/s.

	Dominancia	Grupos				Tamaño del efecto					
		G1		G2		Tiempo		Entrenamiento		Interacción	
		Pre	Post	Pre	Post	p	η ² _p	p	η ² _p	p	η ² _p
TP 60°	D	162,7(±26,5)	177,8(±16,8)	148,6(±29,1)	161,7(±33,8)	<0,0001	0,36	0,109	0,52	0,89	0,01
	ND	154,0(±35,1)	169,4(±31,9)	139,6(±22,2)	150,0(±33,0)						
W 60°	D	137,7(±17,2)	153,6(±16,8)	133,3(±23,3)	142,6(±24,5)	<0,0001	0,37	0,2054	0,39	0,7117	0,03
	ND	131,9(±27,0)	145,8(±29,8)	122,7(±27,6)	132,7(±29,2)						
TP 180°	D	150,4(±24,2)	164,1(±19,8)	139,0(±27,7)	149,2(±26,8)	0,0007	0,2	0,1625	0,38	0,365	0,06
	ND	148,0(±31,6)	160,0(±32,7)	138,3(±24,6)	139,9(±28,3)						
W 180°	D	120,1(±21,8)	133,8(±24,8)	109,3(±29,8)	120,2(±22,8)	<0,0001	0,28	0,2201	0,37	0,3764	0,06
	ND	119,0(±19,2)	131,2(±25,2)	111,3(±24,8)	114,7(±24,8)						

D= Dominante – ND= No dominante – Pre= preentrenamiento – Post= Post entrenamiento

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar y observar las diferencias en el Trabajo (W/WPr) y Torque peak (TP/TPr) en representación de la fuerza muscular de Isquiosurales, mediante dinamometría isocinética (Humac Norm® Isokinetic Testing), pre y post ejecución de dos programas distintos de entrenamiento excéntrico para esta musculatura, con distintas intensidades y volúmenes de entrenamiento. G1 realizó un entrenamiento con una dosificación de alta intensidad y bajo volumen, a diferencia del entrenamiento que realizó G2, el cual se basó en una dosificación de moderada intensidad y alto volumen de repeticiones incluyendo los ejercicios “*Single-leg Roman deadlift T-drop*”, “*Slide leg exercise*” y “*Asking glider*”, todo esto con el fin de buscar una alternativa viable al CN y respaldada con evidencia, para optimizar la ganancia de fuerza excéntrica en la musculatura flexora de rodilla, debido a que se ha demostrado que este último (CN) si bien resulta ser el que más evidencia y práctica tiene, provoca alta sensación de dolor muscular (DOMS) y deserción en los sujetos al realizar este entrenamiento (Chang et al., 2020; Chesterton et al., 2022), lo cual es la principal limitación y barrera para su implementación. Se calculó el porcentaje de deserción que fue de un 40% del total de sujetos que iniciaron el estudio (17/42 sujetos), en valores de 24% y 16% del total para G1 y G2, respectivamente. Para G1 la deserción fue de 2,4% por lesión y 21,6% por abandono del programa de entrenamiento, mientras en G2 la deserción fue de 6,8% por lesión y 9,2% por abandono del programa de entrenamiento, valores similares a los reportados por un

estudio de seguimiento de 84 deportistas universitarios chilenos, en el cual, destaca que las lesiones son más frecuentes en la práctica del básquetbol (40,7%), seguido del fútbol (35,2%) y vóleybol (24,1%). Y que afectan mayoritariamente a las extremidades inferiores y de estas, las lesiones musculares corresponden al 16,7% (Danes Daetz, Rojas Toro, & Tapia Mendoza, 2020).

Esta deserción fue presentada principalmente en las primeras semanas de realización del entrenamiento, lo que parece seguir la misma línea de lo que ha ocurrido en otros estudios, donde la deserción es similar (Chesterton et al., 2022), relacionándose así directamente con el “efecto de dosis repetida”, el cual sostiene que en las primeras sesiones de ejercicio excéntrico la sensación dolorosa es mayor, asociada a un daño muscular importante, y posteriormente, al existir una recuperación completa, la repetición de otra sesión del mismo ejercicio causa un daño muscular menor (Jeon, Ye, Miller, & Song, 2022; McHugh, 2003; Peñailillo, Blazevich, Numazawa, & Nosaka, 2013).

No fue posible obtener la razón de la decisión de abandonar los entrenamientos por parte de los sujetos desertores, pero pareciera ser que la sensación de dolor muscular que origina este tipo de entrenamiento es la principal razón para la deserción. Siguiendo esta línea, esto redujo la muestra considerablemente, lo que es una limitación en nuestro estudio en cuanto a la robustez estadística. Con respecto a los resultados obtenidos, se puede observar que ambos tipos de entrenamiento aplicados para cada grupo tuvieron una ganancia de fuerza muscular excéntrica en flexores de rodilla, lo cual coincide y se ve respaldado por evidencia en la literatura (Al Attar et al., 2017; Arnason et al., 2008; Delvaux et al., 2020; Islam & De, 2018; Rico-González & Morales-

Hernández, 2021; van der Horst et al., 2015; van Dyk et al., 2019).

Al calcularse el tamaño del efecto y obtener valores de gran magnitud, se puede observar que los entrenamientos tuvieron una ganancia importante para ambos grupos, ya que este representa la magnitud de un cambio en un resultado o la fuerza de una relación. Esto le da sustento en un contexto clínico considerando la incidencia del cambio más allá de diferencias estadísticas si no que informando la magnitud real de la diferencia en relación con el estado basal de la fuerza muscular excéntrica (Peterson & Foley, 2021).

Por otra parte, asociado a la interacción de factores de entrenamiento \times tiempo, al presentar un valor $p > 0,05$, no se puede concluir que exista un entrenamiento superior al otro a modo de comparación entre ellos, por lo que se puede inferir que cualquiera de los entrenamientos excéntricos realizados durante 6 semanas genera un aumento en la fuerza excéntrica de isquiosurales, asociado al gran efecto de este factor en las variables dependientes anteriormente mencionadas.

De estos resultados, surge la teoría de que la fuerza excéntrica de isquiosurales puede aumentar realizando un entrenamiento de alto volumen/moderada intensidad (Ikezoe, Kobayashi, Nakamura, & Ichihashi, 2020; Valdes et al., 2023), lo cual parece ser que ayuda con la adherencia al programa de entrenamiento y la sensación de dolor muscular de origen tardío (DOMS). Es por esto que el entrenamiento G2 podría ser una opción viable para comenzar a entrenar de forma excéntrica esta musculatura en personas que no tienen experiencia en este tipo de entrenamientos, tales como futbolistas amateurs (Valdes et al., 2023).

Los resultados obtenidos por el entrenamiento ejecutado por G2 concuerdan con un estudio realizado por Delextrat (2018), el cual demostró que el entrenamiento de "Fuerza-Resistencia" (strength-endurance) disminuye significativamente el declive de la fuerza de los isquiosurales durante la competencia provocada por el aumento de la fatiga muscular, la reducción de esta fuerza excéntrica era especialmente notoria después de 45 minutos de juego (Delextrat, Piquet, Matthews, & Cohen, 2018). Esto parece indicar que los ejercicios excéntricos realizados por G2 podrían ser efectivos tanto en la ganancia de Fuerza Máxima, como en la ganancia de "Fuerza-Resistencia" frente a la fatiga muscular, ya que es evidente que un ejercicio conformado por un gran número de repeticiones (alto volumen / moderada intensidad), entra en la categoría de entrenamiento de fuerza-resistencia (Delextrat et al., 2018). Sería interesante realizar más estudios con respecto a este tema, puesto que como dijimos anteriormente, la fatiga muscular es uno de los factores de riesgo de lesión que en este estudio no pudimos valorar. Por otra parte, debemos destacar que G1 y G2 tuvieron ganancias de fuerza excéntrica tanto a velocidades de $60^\circ/s$ como a $180^\circ/s$, a pesar de que la ejecución de los ejercicios implementados fue a velocidades angulares bajas, lo que nos hace pensar que las adaptaciones musculares producidas por los protocolos de entrenamiento excéntrico eran independientes de la velocidad del ejercicio. Tal como se ha mostrado

en la literatura, la cual habla de que incluso entrenamientos de menor duración y de baja velocidad angular, han logrado ganancias de Torque Peak excéntrico en isquiosurales medido con dinamometría isocinética en velocidades angulares mucho mayor a las trabajadas durante los entrenamientos (Guex & Millet, 2013). Esto respalda la idea de trabajar mediante entrenamientos de baja velocidad angular, logrando ganancias de fuerza excéntrica de isquiosurales que repercuten como un factor protector al aumentar también la fuerza a velocidades mucho más altas, teniendo en cuenta además la complejidad de encontrar ejercicios que logren las velocidades de contracción excéntrica generadas durante la carrera, recordando que esta actividad en específico logra velocidades superiores a $1000^\circ/s$

En nuestra investigación se decidió evaluar Torque Peak y Trabajo para realizar un análisis integral de la función muscular, teniendo en cuenta el deporte en cuestión, es decir, el fútbol, el cual requiere constantemente de la generación de contracciones excéntricas a lo largo del juego, por lo que nos hace pensar que, en este sentido, el Trabajo representa mejor como este jugador debe mantener cierto nivel de fuerza muscular excéntrica en el tiempo. Además, en la literatura existen diversos estudios que utilizan el TP para representar la fuerza muscular, sin embargo, y por lo mencionado anteriormente, en nuestra investigación se tomó en cuenta el Trabajo, ya que se ha planteado actualmente como una mejor variable representativa del rendimiento y función muscular (Barry Dale & Ogletree, 2005; Häkkinen & Komi, 1986; Perrin et al., 1987; Simpson et al., 2019).

Existen muchos componentes y factores de riesgo que pueden influir en el desgarro de isquiosurales que no se trabajaron ni controlaron en nuestra investigación; estudios recientes señalan que algunos de estos factores de riesgo son la fatiga, desequilibrios en la activación muscular, hidratación, lesiones previas, tiempo de juego y número de partidos semanales (Edouard et al., 2019; Huygaerts et al., 2020; Valdes et al., 2023). Considerando la influencia de la fatiga en las injurias de los flexores de rodilla, es atingente pensar que ejercicios de fuerza-resistencia como los que realizó G2, que fueron de alto volumen y baja intensidad, podrían ser una opción viable para aumentar la función neuromuscular de este grupo muscular y disminuir las probabilidades de sufrir una distensión y desgarro de isquiosurales (Valdes et al., 2023).

Lo mismo es indispensable en la práctica profesional y de alto rendimiento un entrenamiento respetando los principios como tal, es decir, individualizado y personalizado (Afanador, 2022), lo cual se puede poner en práctica de igual manera en el fútbol amateur. En línea de lo anterior, se hace inevitable observar y destacar lo indispensable que es monitorear el ejercicio para la toma de decisiones y evitar lesiones futuras y ver los cambios fisiológicos en tiempo real con el entrenamiento, con variables y biomarcadores como CK, LDH, Mioglobina, Interleuquinas, transaminasas, entre otros (Pérez-Castillo Í, Rueda, Bouzamondo, López-Chicharro, & Mihic, 2023).

Dentro de las limitaciones de nuestra investigación, se

debe tener en cuenta que se logró reclutar un n muestral bajo. Entendiendo que este se realizó con un muestreo por conveniencia, sumado al gran porcentaje de deserción, el análisis finalizó con un n muestral de 25 sujetos, lo que limita la robustez estadística que este estudio podía tener, ya que aumenta la variabilidad que aporta cada sujeto a su respectivo grupo y a la muestra analizada, además, se debe considerar que un modelo de selección por abandono no parece ser apropiado en este tipo de estudios, generando una fuerte asociación con una baja adherencia al tratamiento, por tanto, para limitar esa pérdida de datos, un enfoque de modelización para los datos faltantes sería la forma más adecuada de evaluar la sensibilidad de las conclusiones a diversos mecanismos de abandono y esto sería preferible antes que la elección de métodos automáticos como por ejemplo la utilización del último dato registrado previo a la pérdida (Carpenter, Pocock, & Lamm, 2002).

Por lo tanto, se debe mencionar que los resultados obtenidos en este estudio solamente son extrapolables a la muestra estudiada.

Dentro de este estudio también se obtuvieron datos adicionales, como lo son el ángulo de quiebre del CN, el cual ha sido asociado con anterioridad a un mayor control en la fase excéntrica y a una ganancia de fuerza simultáneamente cuando este ángulo disminuye (Miralles-Iborra et al., 2023); se observó una disminución del ángulo de ruptura en cada uno de los sujetos pertenecientes a G1 luego de las 6 semanas de realización del ejercicio CN.

Conclusiones

El entrenamiento G1 que incluyen “*Single-leg Roman dead-lift T-drop*”, “*Slide leg exercise*” y “*Asking’s glider*” en conjunto, han demostrado ser una opción viable para generar adaptaciones neuromusculares que se traducen en una ganancia de fuerza excéntrica y reducción del riesgo de lesión del grupo muscular isquiosural, gracias a la optimización de los ratios funcionales al igual que el entrenamiento basado en la realización de “Curl Nórdico” (CN), el entrenamiento aplicado en G2 (EE) al ser de intensidad moderada y de alto volumen, posee la ventaja de ser una mejor alternativa para ser utilizado en etapas iniciales en sujetos que no tienen experiencia en este tipo de entrenamientos excéntricos, con el fin de que los futbolistas puedan adaptarse paulatinamente y de esta forma disminuir el porcentaje de deserción.

El tamaño de la muestra es limitado y no representativo, siendo aplicable solamente para la muestra analizada e intervenida, por lo que se requieren más ensayos y clínicos aleatorizados y otros estudios donde consideren todos los factores de riesgo que aumentan las probabilidades de sufrir una lesión de isquiosurales, y así lograr una adecuada prevención integral que no solo considere la falta de fuerza de los flexores de rodilla o una deficiente relación isquiosural/cuádriceps funcional como un factor predisponente a injurias.

Agradecimientos

A los deportistas que participaron voluntariamente de este estudio, al laboratorio de Neuromecánica aplicada de la escuela de kinesiología de la universidad de Santiago de Chile y al departamento de gestión del deporte y la cultura USACH.

Referencias

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26(2), 231-237. doi:10.1177/03635465980260021201
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand*, 154(4), 421-427. doi:10.1111/j.1748-1716.1995.tb09927.x
- Afanador, D. F. (2022). La individualización dentro del deporte colectivo: Apuesta por una prescripción profesional y responsable. *Movimiento Científico*, 16(1), 49-55.
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 47(5), 907-916. doi:10.1007/s40279-016-0638-2
- Alt, T., Severin, J., Komnik, I., Nodler, Y. T., Benker, R., Knicker, A. J., . . . Strüder, H. K. (2021). Nordic Hamstring Exercise training induces improved lower-limb swing phase mechanics and sustained strength preservation in sprinters. *Scand J Med Sci Sports*, 31(4), 826-838. doi:10.1111/sms.13909
- Angulo-Gómez, E., Hernández-González, J., Portes-Junior, M., Hernández-Mosqueira, C., & Hermosilla-Palma, F. (2022). Efectos de un protocolo de entrenamiento excéntrico sobre el rendimiento de velocidad en adolescentes de Chile. *MHSALUD Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 19(1), 29-40. doi:<https://doi.org/10.15359/mhs.19-1.3>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18(1), 40-48. doi:10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med*, 8(2), 101-116. doi:10.2165/00007256-198908020-00003
- Barry Dale, R., & Ogletree, T. (2005). Muscle Endurance and Functional Rehabilitation. *Athletic therapy today: the journal for sports health care professionals*, 10(5), 70-71. doi:10.1123/att.10.5.70
- Carpenter, J., Pocock, S., & Lamm, C. J. (2002). Coping with missing data in clinical trials: a model-based approach applied to asthma trials. *Stat Med*, 21(8), 1043-1066. doi:10.1002/sim.1065
- Chang, J. S., Kayani, B., Plastow, R., Singh, S., Magan, A., & Haddad, F. S. (2020). Management of hamstring injuries: current concepts review. *Bone Joint J*, 102-b(10), 1281-1288. doi:10.1302/0301-620x.102b10.Bjj-2020-1210.R1
- Chesterton, P., Draper, G., Portas, M., & Tears, C. (2022). The Uptake of Nordic Hamstring Exercise Program for Injury Prevention in Major League Soccer and Its Barriers to

- Implementation in Practice. *J Sport Rehabil*, 31(5), 576-581. doi:10.1123/jsr.2021-0262
- Croisier, J. L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Med*, 34(10), 681-695. doi:10.2165/00007256-200434100-00005
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*, 36(8), 1469-1475. doi:10.1177/0363546508316764
- Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., & Comfort, P. (2020). The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med*, 50(1), 83-99. doi:10.1007/s40279-019-01178-7
- Danes Daetz, C., Rojas Toro, F., & Tapia Mendoza, V. (2020). Lesiones deportivas en deportistas universitarios chilenos (Sports injuries in Chilean university athletes). *Retos*, 38(0), 490-496. doi:10.47197/retos.v38i38.74745
- Delextrat, A., Piquet, J., Matthews, M. J., & Cohen, D. D. (2018). Strength-Endurance Training Reduces the Hamstrings Strength Decline Following Simulated Football Competition in Female Players. *Front Physiol*, 9, 1059. doi:10.3389/fphys.2018.01059
- Delvaux, F., Schwartz, C., Decréquy, T., Devalckeneer, T., Paulus, J., Bornheim, S., . . . Croisier, J. L. (2020). Influence of a Field Hamstring Eccentric Training on Muscle Strength and Flexibility. *Int J Sports Med*, 41(4), 233-241. doi:10.1055/a-1073-7809
- Edouard, P., Mendiguchia, J., Guex, K., Lathi, J., Samozino, P., & , & Morin, J. B. (2019). Sprinting: a potential vaccine for hamstring injury? *Sport performance science reports*, 2019, 1-2.
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*, 45(7), 553-558. doi:10.1136/bjism.2009.060582
- Garrett, W. E., Jr. (1990). Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc*, 22(4), 436-443.
- Gérard, R., Gojon, L., Declève, P., & Van Cant, J. (2020). The Effects of Eccentric Training on Biceps Femoris Architecture and Strength: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Athl Train*, 55(5), 501-514. doi:10.4085/1062-6050-194-19
- González, M., Montoya, B., Jiménez, A., Salazar, M., Aedo-Muñoz, E., Miarka, B., & , & Arriagada-Tarifeño, D. (2024). *Orthopedics and sports medicine: open access journal*.
- Jeon, S., Ye, X., Miller, W. M., & Song, J. S. (2022). Effect of repeated eccentric exercise on muscle damage markers and motor unit control strategies in arm and hand muscle. *Sports Med Health Sci*, 4(1), 44-53. doi:10.1016/j.smhs.2021.12.002
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med*, 19(1), 76-81. doi:10.1177/036354659101900113
- Mair, S. D., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Garrett, W. E., Jr. (1996). The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *Am J Sports Med*, 24(2), 137-143. doi:10.1177/036354659602400203
- Martínez, J. P. M., Gómez, J. P., & , & Vivas, J. C. (2016). Efecto de la fatiga en el ratio isquiotibiales: cuádriceps. Revisión sistemática. *Archivos de medicina del deporte: revista de*
- Revisión sistematizada: Evaluación isocinética en la valoración deportiva de extremidad superior (Systematized review: Isokinetic evaluation in the assessment of upper extremity sports). *Retos*, 58, 95-107. doi:10.47197/retos.v58.104181
- Gouveia, J. N., França, C., Martins, F., Henriques, R., Nascimento, M. M., Ihle, A., . . . Gouveia É, R. (2023). Characterization of Static Strength, Vertical Jumping, and Isokinetic Strength in Soccer Players According to Age, Competitive Level, and Field Position. *Int J Environ Res Public Health*, 20(3). doi:10.3390/ijerph20031799
- Guex, K., & Millet, G. P. (2013). Conceptual framework for strengthening exercises to prevent hamstring strains. *Sports Med*, 43(12), 1207-1215. doi:10.1007/s40279-013-0097-y
- Habets, B., Staal, J. B., Tijssen, M., & van Cingel, R. (2018). Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC Res Notes*, 11(1), 15. doi:10.1186/s13104-018-3128-9
- Häkkinen, K., & Komi, P. V. (1986). Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(2), 147-155. doi:10.1007/bf00714997
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*, 11(5), 452-459. doi:10.1016/j.jsams.2007.04.009
- Huesa Jiménez, F., García Díaz, J., & Vargas Montes, J. (2005). Dinamometría isocinética. *Rehabilitación*, 39(6), 288-296. doi:https://doi.org/10.1016/S0048-7120(05)74362-0
- Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Guitart, M., Blazevich, A. J., & Alcaraz, P. E. (2020). Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function. *Sports (Basel)*, 8(5). doi:10.3390/sports8050065
- Ikezoe, T., Kobayashi, T., Nakamura, M., & Ichihashi, N. (2020). Effects of Low-Load, Higher-Repetition vs. High-Load, Lower-Repetition Resistance Training Not Performed to Failure on Muscle Strength, Mass, and Echo Intensity in Healthy Young Men: A Time-Course Study. *J Strength Cond Res*, 34(12), 3439-3445. doi:10.1519/jsc.0000000000002278
- Islam, M., & De, A. (2018). Functional Hamstring to Quadriceps Strength Ratio (H:Q) and Hamstrings Injury of Soccer Players: A Qualitative Analysis.
- la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 33(174), 267-275.
- McHugh, M. P. (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 13(2), 88-97. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.02477.x
- Miralles-Iborra, A., Elvira, J. L. L., Urban, T., Calado, A., Del Coso, J., & Moreno-Pérez, V. (2023). Agreement between isokinetic eccentric hamstring strength, Nordic hamstring strength and Nordic break-point angle in a sample of trained and healthy individuals. *Eur J Sport Sci*, 23(2), 155-164. doi:10.1080/17461391.2021.2014984
- Mjøltnes, R., Arnason, A., Østhaugen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 14(5), 311-317.

- doi:10.1046/j.1600-0838.2003.367.x
- Peñailillo, L., Blazevich, A., Numazawa, H., & Nosaka, K. (2013). Metabolic and muscle damage profiles of concentric versus repeated eccentric cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 45(9), 1773-1781. doi:10.1249/MSS.0b013e31828f8a73
- Pérez-Castillo Í, M., Rueda, R., Bouzamondo, H., López-Chicharro, J., & Mihic, N. (2023). Biomarkers of post-match recovery in semi-professional and professional football (soccer). *Front Physiol*, 14, 1167449. doi:10.3389/fphys.2023.1167449
- Perrin, D. H., Robertson, R. J., & Ray, R. L. (1987). Bilateral Isokinetic Peak Torque, Torque Acceleration Energy, Power, and Work Relationships in Athletes and Nonathletes. *J Orthop Sports Phys Ther*, 9(5), 184-189. doi:10.2519/jospt.1987.9.5.184
- Peterson, S. J., & Foley, S. (2021). Clinician's Guide to Understanding Effect Size, Alpha Level, Power, and Sample Size. *Nutr Clin Pract*, 36(3), 598-605. doi:10.1002/ncp.10674
- Rico-González, A., & Morales-Hernández, A. G. (2021). El protocolo de curl Nórdico y sus efectos en jugadores de fútbol. Una revisión narrativa. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 7(2). doi:<https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n2.2021.1905>
- Silvers-Granelli, H. J., Cohen, M., Espregueira-Mendes, J., & Mandelbaum, B. (2021). Hamstring muscle injury in the athlete: state of the art. *J isakos*, 6(3), 170-181. doi:10.1136/jisakos-2017-000145
- Simpson, D., Ehrensberger, M., Nulty, C., Regan, J., Broderick, P., Blake, C., & Monaghan, K. (2019). Peak torque, rate of torque development and average torque of isometric ankle and elbow contractions show excellent test-retest reliability. *Hong Kong Physiother J*, 39(1), 67-76. doi:10.1142/s1013702519500069
- Valdes, O., Inzulza, S., Collao, N., Garcia-Vicencio, S., Tufano, J. J., Earp, J., . . . Peñailillo, L. (2023). Eccentric Cycling Is an Alternative to Nordic Hamstring Exercise to Increase the Neuromuscular Function of Knee Flexors in Untrained Men. *J Strength Cond Res*, 37(11), 2158-2166. doi:10.1519/jsc.0000000000004529
- van den Tillaar, R., Solheim, J. A. B., & Bencke, J. (2017). COMPARISON OF HAMSTRING MUSCLE ACTIVATION DURING HIGH-SPEED RUNNING AND VARIOUS HAMSTRING STRENGTHENING EXERCISES. *Int J Sports Phys Ther*, 12(5), 718-727.
- van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 43(6), 1316-1323. doi:10.1177/0363546515574057
- van Dyk, N., Behan, F. P., & Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med*, 53(21), 1362-1370. doi:10.1136/bjsports-2018-100045

Datos de los/as autores/as:

Jorge Cancino-Jiménez	jorge.cancino@usach.cl	Autor/a
Vicente Tapia-Contreras	vicente.tapia.c@usach.cl	Autor/a
Oliver Nuñez-Coronado	oliver.nunez@usach.cl	Autor/a
Diego Faúndez-Pozo	diego.faundez@usach.cl	Autor/a
Manuel Retamal-Espinoza	manuel.retamal.e@usach.cl	Autor/a
David Arriagada-Tarifeño	david.arriagada@usach.cl	Autor/a
Eduardo Cifuentes-Silva	eduardo.cifuentes.s@usach.cl	Autor/a
Esteban Aedo-Muñoz	esteban.aedo@usach.cl	Autor/a