

# Efecto del entrenamiento neuromuscular integrado sobre el rendimiento físico en jugadores de futsal de educación superior en la ciudad de Talca

*Effect of integrated neuromuscular training of physical performance in higher education futsal players in the city of Talca*

César Andrés Pérez Benavides<sup>1</sup> 

Universidad de Talca, Programa de Deportes, sede Talca

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar los efectos de un programa de entrenamiento neuromuscular integrado (ENI) sobre el rendimiento físico en jugadores universitarios de futsal. **Metodología:** Se realizó un estudio pre-experimental longitudinal comparativo con 13 jugadores de futsal masculino de la Universidad Católica del Maule. La selección de los participantes se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, que incluyó a estudiantes con IMC normal, alta asistencia a sesiones (superior al 90 %), varones de 18 a 28 años, y que excluyó a aquellos participantes con lesiones agudas. La intervención consistió en 12 sesiones de ENI, realizadas dos veces por semana, con 40 minutos de duración por sesión, cubriendo seis componentes específicos. **Resultados:** La muestra promedió una edad de

<sup>1</sup> Correspondencia: cesar.perezb18@gmail.com



22,2 años, peso de 75,5 kg, talla de 174 cm e IMC de 25,1 kg/m<sup>2</sup>, con una actividad física semanal de 6397 (MET/min/semana). Tras el programa, se observaron mejoras significativas en estabilidad y agilidad, particularmente notables en individuos jóvenes con IMC normal y alto nivel de actividad física. Hubo incrementos significativos en las pruebas de equilibrio Y, así como reducciones en los tiempos de la prueba de agilidad T. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la distancia del salto horizontal.

**Conclusiones:** Los resultados indican que el ENI puede ser altamente efectivo para mejorar el rendimiento físico y potencialmente prevenir lesiones en jóvenes activos. Estos hallazgos subrayan la relevancia del ENI como estrategia de entrenamiento en contextos deportivos específicos como el futsal universitario.

**Palabras claves:** entrenamiento aeróbico, ejercicio físico, rendimiento atlético y atletas.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the effects of an Integrated Neuromuscular Training (INT) program on physical performance in university futsal players. **Methodology:** A comparative longitudinal pre-experimental study was conducted with 13 male futsal players from Universidad Católica del Maule. Participants were selected through non-probabilistic convenience sampling, including students with normal BMI, high attendance (over 90 %) to sessions, males aged 18 to 28 years, and excluding those with acute injuries. The intervention consisted of 12 sessions of INT, conducted twice a week, with each session lasting 40 minutes and covering six specific components. **Results:** The sample had a mean age of 22.2 years, weight of 75.5 kg, height of 174 cm, and BMI of 25.1 kg/m<sup>2</sup>, with a weekly physical activity level of 6397 MET-minutes/week. Following the program, significant improvements were observed in stability and agility, particularly notable in young individuals with normal BMI and high physical activity levels. There were significant increases in Y balance tests and reductions in T-Test agility times. However, improvements in horizontal jump distance were less pronounced.

**Conclusions:** The results suggest that Integrated Neuromuscular Training programs can be highly effective in improving physical performance and potentially preventing injuries in active young individuals. These findings underscore the relevance of INT as a training strategy in specific sports contexts such as university futsal.

**Keywords:** Endurance training, exercise, athletic performance y athletes.

## Introducción

El futsal, también conocido como fútbol de salón o fútbol sala, fue creado en el año 1930 en Uruguay por el profesor Juan Carlos Ceriani. Ante la falta de campos al aire libre, Ceriani adaptó el juego del fútbol para ser jugado en canchas de baloncesto, incorporando reglas

de deportes de pista cubierta como el mencionado baloncesto, el waterpolo y el balonmano. Este nuevo deporte se popularizó con rapidez en su país de origen, especialmente después de las victorias de la selección uruguaya en la Copa Mundial de Fútbol y en los Juegos Olímpicos (1). Posteriormente, el futsal se extendió por toda Sudamérica, desarrollándose como una disciplina con características únicas que lo destacan como una herramienta formativa debido al alto nivel de participación y compromiso de los jugadores. Ampliamente jugado en el mundo, para el año 2026 se estimó que lo practicaban cerca de 60 000 000 personas (2). En la actualidad, en Chile existen 24 clubes que juegan en la Liga Chilena de Futsal 2024, organizada por la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP), sin embargo, la cantidad de clubes podría ascender considerablemente si se incluyen los equipos escolares, universitarios y *amateurs*. Este deporte se juega con 5 jugadores de cada lado, sobre una superficie dura y en un espacio reducido. El juego consiste en anotar la mayor cantidad de goles, en 2 períodos de 20 min, sin restricción en el número de sustituciones (2). En comparación con el fútbol, el futsal involucra un mayor número de carreras y de fases del juego de alta intensidad. Esto lo convierte en un deporte con una alta incidencia de lesiones, especialmente en personas jóvenes (3). Durante el juego, los jugadores de esta disciplina realizan diversas tareas de forma simultánea, tales como controlar el balón, analizar los movimientos del oponente, tomar decisiones y realizar patrones de movimiento específicos de la disciplina, lo que requiere gran velocidad y reflejos rápidos (4). Además, el futsal involucra movimiento de pivoteo, corridas en zigzag, paradas repentinas y corridas rectas por lo que el balance, la potencia de las extremidades inferiores y la agilidad se vuelven fundamentales para el deportista. En este contexto, la fuerza explosiva del tren inferior y la agilidad son determinantes en varias acciones del juego, tales como el pateo, los saltos, la cobertura del balón y el *dribbling* (5). Según un estudio, la velocidad, la agilidad y la potencia muscular son vastamente citadas en la literatura como componentes importantes en la forma física de un futbolista. Esto es así porque ser más rápido permitirá llegar primero, y ser más ágil evitará un impacto con un adversario. Dicho con otras palabras, el mejor jugador es aquel que es más rápido, más ágil, y más potente (6). El fútbol sala es una modalidad de prestación mixta que utiliza las diferentes vías de obtención de energía. Se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado con pausas de recuperación incompleta, activa y pasiva, de duración variable. El alto consumo máximo de oxígeno es esencial para los atletas del futsal, lo que indica la relevancia de la capacidad aeróbica, de hecho, se ha estimado que los jugadores llegan a utilizar del 81 al 100 % de su capacidad cardíaca (7). Además, el balance, definido como la habilidad de mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de la base de soporte de forma estática o dinámica, desempeña un rol fundamental en el futsal, tanto en la prevención de caídas como en la reducción del riesgo de lesiones. Por lo tanto, es un deporte de rendimiento que está asociado con una óptima condición física, definida como la capacidad de ejecutar actividades diarias con un

rendimiento óptimo de resistencia y fuerza, sin fatiga o estrés (8). Una revisión sistemática reciente identificó que los modelos de entrenamiento que pueden mejorar la condición física en el futsal incluyen el trabajo en agilidad, velocidad, coordinación y resistencia. Los principales ejercicios recomendados son: escalera de coordinación, estiramientos, circuitos con balón, *Sprint* con salto lateral, carreras con cuatro apoyos, vallas de agilidad y entrenamiento por intervalos (9). Sin embargo, las características de un entrenamiento enfocado al componente específico neuromuscular no son del todo conocidas. Otra revisión sistemática que incluyó siete estudios de alta calidad reveló que el entrenamiento neuromuscular es efectivo para la prevención de lesiones en las extremidades inferiores, específicamente lesiones agudas de rodilla y esguinces de tobillo (10). Aunque este estudio no incluyó jugadores de futsal, sí consideró a deportistas que realizan movimientos similares y pivotes en disciplinas como el baloncesto, el fútbol y el balonmano. Los programas de entrenamiento neuromuscular, que incluyen fortalecimiento de las extremidades inferiores, ejercicios pliométricos y entrenamiento de la propiocepción, permiten disminuir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento deportivo. El entrenamiento neuromuscular integrativo (ENI) es una de las diversas modalidades de ejecución de los programas de entrenamiento neuromuscular y se define como un programa que incorpora tareas generales y específicas con el objetivo de mejorar las habilidades motoras y deportivas y la resiliencia a las lesiones. El programa, propuesto por Fort-Vanmeerhaeghe (3), consiste en el desarrollo de seis componentes esenciales: estabilidad dinámica (extremidad inferior y core), fuerza, pliometría, coordinación, velocidad y agilidad y, por último, resistencia a la fatiga. Para cada componente se proponen ejercicios progresivos y con la posibilidad de adaptarse a las distintas disciplinas. La propuesta original del entrenamiento neuromuscular está basada en el basquetbol, de ahí que su efecto sobre el rendimiento físico de los jugadores de futsal no haya sido todavía determinado. Por lo mismo, la pregunta de esta investigación apunta a indagar si el programa de entrenamiento neuromuscular (ENI) es útil para la mejora del rendimiento físico de jugadores de futsal universitarios. El propósito de este trabajo, por lo tanto, será evaluar el efecto del ENI para la mejora del rendimiento físico en jóvenes seleccionados de futsal universitario.

## Metodología

Se diseñó un estudio preexperimental de corte longitudinal comparativo. Se estudió a 16 jugadores, seleccionados de futsal en la Universidad Católica del Maule, de Talca. La selección de la muestra se realizó mediante un método no probabilístico por conveniencia. Fueron considerados aquellos participantes que firmaron un consentimiento informado

y que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: estudiantes pertenecientes a la selección universitaria de futsal, IMC normal, asistencia regular a las sesiones, varones y edad de 18 a 28 años. Por otra parte, fueron excluidos aquellos jugadores que presentaron una lesión en fase aguda o que no cumplieron con una asistencia mínima del 90 % de las sesiones. El estudio respetó las recomendaciones de la Declaración de Helsinki.

## Procedimientos

Se invitó a participar del estudio a 13 estudiantes seleccionados de futsal en la Universidad Católica del Maule. Se expuso sobre las características generales de la investigación, su manera de ejecución y acerca de las evaluaciones que serían realizadas. Se consideró la recolección de datos personales, variables fisiológicas y antropométricas y la evaluación mediante prueba física. Las evaluaciones fueron realizadas en 2 oportunidades antes de iniciar el programa de ejercicios, con 3 días de diferencia, con el propósito de determinar la confiabilidad del evaluador. Según el coeficiente de correlación de Pearson = 0.9935. Las variables antropométricas de peso (kg) y estatura (m) fueron medidas con ropa cómoda y sin calzado. Se utilizó una balanza mecánica con tallímetro (marca Seca 700). Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) utilizando la fórmula propuesta por Quetelet, donde [IMC = peso (kg)/ estatura (m)<sup>2</sup>]. La evaluación de la condición física consistió en la medición de la prueba de salto horizontal (potencia), prueba de equilibrio Y (estabilidad dinámica) y prueba de agilidad.

## Instrumentos de evaluación

Los sujetos fueron citados a una sesión de evaluación inicial que consideró las siguientes mediciones:

### 1. Evaluaciones generales:

- a) Medición de peso: se utilizó una balanza digital calibrada marca Seca, para medir el peso corporal de los participantes. Se registraron los valores en kilogramos (kg) con una precisión de (indicar la precisión de la balanza).

- b)** Talla: la estatura de los participantes se midió utilizando un tallímetro de pared. Los participantes se colocaron de pie, descalzos, con la espalda recta y los talones juntos. Se registraron las mediciones en centímetros (cm).
- c)** Antropometría: se realizaron mediciones antropométricas utilizando una cinta métrica marca Seca. Se registraron medidas como circunferencia de cintura y de cadera, entre otras, siguiendo los procedimientos estándar.
- d)** IPAQ (International Physical Activity Questionnaire): se utilizó el cuestionario IPAQ para evaluar el nivel de actividad física de los participantes en su vida diaria. El cuestionario consiste en una serie de preguntas que abarcan diferentes aspectos de la actividad física, como el tiempo dedicado a actividades vigorosas, moderadas y de caminata, así como el tiempo dedicado a estar sentado (11). Los participantes completaron el cuestionario bajo la supervisión de un investigador capacitado.

## **2. Evaluación inicial de prueba física:**

- a)** Prueba de equilibrio Y (o Test-Y-Balance): evaluación que mide la estabilidad del core y la movilidad de las extremidades inferiores en deportistas. Durante la prueba, el individuo se ubica en un pie y alcanza con el otro lo más lejos posible en diferentes direcciones, siguiendo la indicación. Se registra la distancia alcanzada en cada dirección. Esta prueba proporciona información sobre el equilibrio y la estabilidad funcional del individuo, siendo útil para detectar desequilibrios musculares y prevenir lesiones.
- b)** Prueba de salto horizontal: También conocida como salto de longitud, es una evaluación utilizada para medir la potencia de los miembros inferiores y la capacidad de un individuo para generar fuerza explosiva en un movimiento horizontal. En esta prueba, el individuo se ubica de pie detrás de una línea de partida claramente definida y realiza un salto horizontal lo más largo posible, impulsando desde ambos pies y extendiendo los brazos hacia adelante para alcanzar la mayor distancia. La medición se realiza desde la línea de partida hasta el punto más cercano del talón del pie de aterrizaje en el suelo. Se pueden realizar múltiples intentos para obtener una medición más precisa del rendimiento del individuo, y se registra la mejor distancia alcanzada como resultado final de la prueba. Esta evaluación proporciona información valiosa sobre la potencia de los miembros inferiores, y es útil para evaluar el progreso del rendimiento físico y la efectividad de los programas de entrenamiento específicos.

- c) Prueba de agilidad T (o T-Test): evaluación que se utiliza para medir la agilidad y la capacidad de cambio de dirección en deportistas. En esta prueba, el individuo comienza en el centro de un área marcada con forma de T y realiza una serie de *sprints* en forma de T, donde tiene que cambiar de dirección en tres puntos distintos. El sujeto corre hacia adelante hasta el final de la línea central del T, luego se desplaza lateralmente hacia la izquierda hasta tocar la línea de base con su pie izquierdo, luego cruza hacia la derecha para tocar la línea de base con su pie derecho, y finalmente regresa corriendo hacia adelante hasta la línea de inicio. Se registran los tiempos de cada intento y se calcula el tiempo total empleado en completar la prueba. Esta evaluación proporciona información sobre la capacidad del individuo para cambiar de dirección de manera rápida y eficiente, lo que es fundamental en muchos deportes que requieren movimientos multidireccionales.

## Plan de trabajo

El grupo experimental realizó un programa de ENI durante 6 semanas, con una periodicidad de 2 sesiones de 45 minutos de duración en cada una de ellas. Los sujetos del grupo fueron informados que se requeriría de una participación del 90 % del total de sesiones para ser considerados en el análisis. Todas las evaluaciones volvieron a realizarse 5 días después de finalizado el estudio. El protocolo de ejercicio estuvo constituido de tres partes: calentamiento, ENI y vuelta a la calma. Se inició la actividad con ejercicios de calentamiento durante 15 minutos que consistieron en ejercicios de respiración, elongación dinámica general, aplicación de fundamentos técnicos del deporte (pase, control y conducción) en grupos de 4. En miembros inferiores, se realizaron flexiones alternas de cadera hasta 90° y tres repeticiones de 30 segundos de estiramientos de cabeza y cuello, y de extremidades superiores e inferiores. La fase final de vuelta a la calma consistió en caminar a ritmo normal durante 1 minuto, hidratación y diálogo sobre lo ejecutado en la sesión. Paralelamente, el grupo continuó con sus entrenamientos en la selección de futsal.

Luego de la evaluación inicial, los 13 sujetos realizaron las sesiones que corresponden a la guía ENI propuesta por Fort-Vanmeerhaeghe (3). Esta propuesta consta de 6 dimensiones (ver tabla 1) y plantea diversas estrategias de progresión para cada una de ellas, partiendo con el desarrollo de habilidades básicas de movimiento, también denominadas habilidades motrices básicas, para progresar a entrenamiento en base a habilidades específicas de un deporte. Se incluyeron ligeras modificaciones en algunas etapas de los componentes a desarrollar.

**Tabla 1.**

Progresión de los componentes del ENI aplicados en la intervención

<b>Componente</b>	<b>Intensidad baja</b>	<b>Intensidad media</b>	<b>Intensidad alta</b>
<b>Estabilidad dinámica (tren inferior y core)</b>	Ejecutar equilibrio estático con ejercicio de 1 o 2 apoyos. (Ej.: 1 pie apoyado y de apoyo más estímulo de la rodilla contraria en alto, perturbación plancha frontal).	Ejecutar equilibrio dinámico con ejercicio de un pie con ejercicio de un pie dinámica utilizando colchones. (Ej.: 1 pie apoyado y de apoyo más estímulo de la rodilla contraria en alto, perturbación controlada o para mejorar habilidades impredecible. (Ej.: en 1 pie apoyado y la rodilla contraria en alto, más plancha medicinal en colchoneta y plancha lateral).	Realizar ejercicios de estabilidad dinámica utilizando colchones, bosu o balones medicinales específicas del futsal. (Ej.: sentadillas apoyado y la rodilla contraria en alto, lanzamiento de balón medicinal en colchoneta y planchas laterales con balón medicinal).
<b>Coordinación</b>	Realizar combinación de diferentes movimientos con variaciones temporales y espaciales. (Ej.: escalera de asimétricos y coordinación con estímulos visuales, auditivos y cinestésicos previstos).	Realizar combinación de movimientos con cargas de reacción, para fomentar una variedad de ejercicios de coordinación de movimientos y habilidad de técnica deseada y progresar a máxima velocidad. (Ej.: diferentes saltos de cuerda, con cambios de dirección y variando según el estímulo a recibir).	Realizar variedad de ejercicios de coordinación orientado a reacciones de estímulos y considerando un movimiento táctico pre y post ejercicio).
<b>Fuerza</b>	Realizar durante 30 s cada ejercicio: sentadillas, estocadas laterales, elevación de talones, puente con una pierna, puente de cadera y plancha frontal.	Realizar durante 40 s cada ejercicio: sentadillas, estocadas laterales, elevación de talones, puente con una pierna, puente de cadera y plancha frontal.	Realizar ejercicios de habilidades específicas del deporte. 1vs.1 durante 45 s.
<b>Pliometría</b>	Realizar saltos suaves. Bilaterales y unilaterales. (Ejercer saltar la cuerda y a cabear).	Realizar saltos de caja y en su lugar. Agregar saltos combinados, según tarea específicos de escaleras, <i>skipping</i> , rodilla al pecho, saltos de tierra, saltos de longitud y de vallas.	Ejecutar saltos de caída y saltos terapéuticos. Agregar saltos con combinados, según tarea específica deportiva.
<b>Velocidad y agilidad (cambios de dirección)</b>	Realizar cambios de dirección con estímulos visuales. (Genera ajuste espacial y de temporal).	Atrapar balones con la mano, (provocará un centro de gravedad más bajo con cambios de dirección).	Realizar cambios de dirección en circuitos, con y sin balón y según una habilidad específica del deporte.
<b>Resistencia a la fatiga</b>	Practicar juegos reducidos de 2 series x 3 min, 4 vs. 4	Practicar juegos reducidos de 2 series x 5 min, 4 vs. 4	Practicar juegos reducidos 2 series x 7 min, 3 vs. 3

Nota: s = segundos; min = minutos; Elaboración propia, modificado de Fort-Vanmeerhaeghe (3).

## Aspecto ético de la investigación

Todos los procedimientos aplicados a los participantes en este estudio se llevaron a cabo de acuerdo con los principios éticos establecidos en el Declaración de Helsinki y las pautas para la protección de seres humanos de investigación. Antes de su participación, se solicitó a todos los sujetos que firmasen un formulario de consentimiento informado, donde se les proporcionó información detallada sobre el propósito del estudio, los procedimientos involucrados, los posibles riesgos y beneficios, así como su derecho a retirarse en cualquier momento sin penalización. Además, se garantiza la confidencialidad de los datos y se adoptarán medidas para proteger la privacidad y el bienestar de los participantes en todo momento.

## Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico utilizando el *software* IBM SPSS Statistics para los datos cuantitativos, que incluyen variables como edad, peso, estatura, índice de masa corporal (IMC), cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) y la sensación subjetiva de fatiga, se calculó tanto el promedio como la desviación estándar (DE).

Se utilizó la prueba Shapiro Wilk para determinar la distribución normal. Se aplicó la prueba t de Student para comparar las mediciones antes y después de la intervención.

Se consideró como significativo un valor de  $p < 0,05$  entre las mediciones pre y post intervención.

## Resultados

**Tabla 2.**  
Descripción de la muestra

	Promedio ± DS
Edad	22,2 ± 2,61
Peso (kg)	75,5 ± 5,53
Talla (cm)	174 ± 4,84
IMC kg/m <sup>2</sup>	25,1 ± 2,21
Ipaq (MET/min/semana)	6397 ± 3876

Nota: cm = centímetros; kg = kilogramos; min = minutos; k/m2 = kilogramos divididos por talla al cuadrado. Se presenta el promedio y desviación estándar de las características demográficas y niveles de actividad física de los participantes.

La tabla 2 presenta las características descriptivas de los participantes en términos de edad, peso, talla, IMC y nivel de actividad física. La muestra consistió en jugadores de futsal con una media de edad de  $22,2 \pm 2,61$  años. El peso promedio fue de  $75,5 \pm 5,53$  kg, con una talla media de  $174 \pm 4,84$  cm. El IMC promedio fue de  $25,1 \pm 2,21$  kg/m<sup>2</sup>. En cuanto a la actividad física semanal, medida por el IPAQ, los jugadores registraron un promedio de  $6397 \pm 3876$  (MET/min/semana); el nivel de actividad física muestra una media de 6397 (MET/min/semana), con una alta variabilidad (DS = 3876), lo que indica diferencias significativas en los niveles de actividad física entre los participantes.

**Tabla 3.**  
Análisis comparativo pre y post

	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	
	Promedio ± DS	Promedio ± DS	Valor P
Test Y (A)cm PD	$86,53 \pm 6,17$	$94,07 \pm 5,76$	,001
Test Y (A)cm PI	$70,38 \pm 8,08$	$76 \pm 8,15$	,001
Test Y (B)cm PD	$69,07 \pm 10,82$	$80 \pm 8,69$	,001
Test Y (B)cm PI	$88 \pm 7,30$	$96 \pm 7,76$	,001
Test Y (C)cm PD	$105,69 \pm 7,14$	$110 \pm 4,60$	,006
Test Y (C)cm PI	$106,46 \pm 7,44$	$110,69 \pm 4$	,005
T-Test (min:s)a	$10:20 \pm 0,51$	$9:77 \pm 0,47$	,001
Distancia SH cm	$213,84 \pm 25,46$	$215,53 \pm 19,66$	,262

Nota: cm = centímetros; PD = pie derecho; PI = pie izquierdo; m = minutos; s = segundos; SH = salto horizontal.

Los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk indicaron que los datos de todas las pruebas se distribuyen normalmente ( $p > 0,05$ ). Los resultados de las pruebas realizadas antes y después de la intervención muestran una mejora significativa en la mayoría de las pruebas físicas después de la intervención (tabla 3).

- En la prueba Y para la pierna derecha (PD), la distancia alcanzada en el componente A aumentó de  $86,53 \pm 6,17$  cm a  $94,07 \pm 5,76$  cm ( $p = 0,001$ ). Para la pierna izquierda (PI), en el mismo componente, la distancia se incrementó de  $70,38 \pm 8,08$  cm a  $76 \pm 8,15$  cm ( $p = 0,001$ ).
- En la prueba Y componente B, la pierna derecha mejoró de  $69,07 \pm 10,82$  cm a  $80 \pm 8,69$  cm ( $p = 0,001$ ), mientras que la pierna izquierda incrementó de  $88 \pm 7,30$  cm a  $96 \pm 7,76$  cm ( $p = 0,001$ ).
- En la prueba Y componente C, la pierna derecha mostró un aumento de  $105,69 \pm 7,14$  cm a  $110 \pm 4,60$  cm ( $p = 0,006$ ), y la pierna izquierda de  $106,46 \pm 7,44$  cm a  $110,69 \pm 4$  cm ( $p = 0,005$ ).

- El rendimiento en la prueba T también mejoró significativamente, reduciendo el tiempo de  $10:20 \pm 0,51$  minutos a  $9:77 \pm 0,47$  minutos ( $p = 0,001$ ).
- Sin embargo, no se observaron cambios significativos en la distancia de salto horizontal (SH), donde los valores antes y después de la intervención fueron  $213,84 \pm 25,46$  cm y  $215,53 \pm 19,66$  cm, respectivamente ( $p = 0,262$ ).

Estos resultados indican que el entrenamiento neuromuscular integrativo aplicado en jugadores de futsal contribuyó a lograr mejoras significativas en la estabilidad, fuerza y velocidad, tal como se refleja en los incrementos en las distancias de la prueba Y, así como en la reducción en el tiempo de la prueba T. No obstante, la distancia en el salto horizontal no mostró una variación significativa tras la intervención.

## Discusión

El presente estudio evaluó el impacto de un programa de entrenamiento neuromuscular integrativo (ENI) en el rendimiento físico de jugadores de futsal, destacando mejoras significativas en la estabilidad, agilidad y velocidad tras la intervención. Al observar las características descriptivas de la muestra presentada en la tabla 2, se destaca que los participantes eran individuos jóvenes, con un IMC promedio dentro del rango normal y un nivel de actividad física relativamente alto. Esta información sugiere que los participantes ya contaban con una buena condición física de base, lo cual puede haber facilitado la obtención de mejoras significativas a través de la intervención. En la tabla 3, se observa que las mediciones de las pruebas Y o Test Y (A, B y C) para PD y PI mostraron incrementos significativos después de la intervención, con valores P menores a 0,05 en todos los casos. Estos resultados sugieren una mejora notable en el equilibrio y en la estabilidad dinámica de los participantes, lo que es consistente con la alta variabilidad inicial en el nivel de actividad física. La capacidad de respuesta a la intervención fue favorable, especialmente en aquellos jugadores con niveles altos de actividad física inicial. Hasta donde el autor tiene conocimiento, esta es la primera investigación en evidenciar mejoras significativas en el rendimiento de la prueba Y balance. Un estudio previo que implementó el programa FIFA 11+ dos veces a la semana por 10 semanas en jugadores aficionados de futsal, no evidenció mejoras en el balance medido con la prueba Y, ni a corto ni a largo plazo (12). Además, la disminución en los tiempos de la prueba T de agilidad, con un valor P de 0,001, confirma una mejora significativa en la agilidad de los participantes. Esta reducción en el tiempo necesario para completar la prueba sugiere que la intervención no solo mejoró la

estabilidad y el equilibrio, sino también la capacidad de cambio rápido de dirección, un componente crítico de la agilidad y del futsal.

Con respecto al salto horizontal, la muestra presentó valores iniciales y finales ligeramente menores a otros estudios reportados en población de similar edad (13). Por otro lado, aunque la distancia del SH mostró una ligera mejora, este cambio no fue estadísticamente significativo ( $P = 0,262$ ). Esta diferencia podría indicar que la intervención tuvo un impacto limitado en la potencia explosiva horizontal de los participantes, lo cual podría ser un área para explorar a futuro. Un estudio aplicado a jugadores de fútbol sala de Colombia, indica que una adecuada planificación y estructuración del entrenamiento de la flexibilidad mediante el uso del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva permitieron mejorar la eficiencia de la contracción muscular y la capacidad de salto en deportistas de fútbol sala (14), lo cual se puede complementar con ENI. Una posible explicación de por qué el entrenamiento no mostró resultados significativos en la mejora del salto horizontal podría estar relacionada con la dirección del estímulo pliométrico utilizado. El entrenamiento se enfocó mayormente en ejercicios de tipo vertical, lo que habría privilegiado la mejora en el salto vertical y la fuerza aplicada en esa dirección (tabla 1). Dado que el salto horizontal implica una mayor demanda en la generación de fuerza hacia adelante y en un plano más horizontal, la falta de ejercicios pliométricos específicos en esa dirección pudo haber limitado la transferencia de mejoras hacia esta habilidad. Se ha descrito que las modalidades pliométricas que favorecen el desplazamiento hacia adelante generan mejoras significativas en el rendimiento del test de salto horizontal (15). El trabajo neuromuscular debe incluirse en las cargas semanales de entrenamiento ya que es adecuado para compensar desequilibrios musculares, aumentar la fuerza y proteger de todo tipo de lesiones, entre ellas la rotura sin contacto del ligamento cruzado anterior, reduciendo entre otros aspectos el valgo de la rodilla (16). Se recomienda implementar esta intervención en programas de entrenamiento físico para evaluar su efectividad en diferentes poblaciones y contextos. Un estudio de revisión determinó que la prevención de lesiones se convierte en uno de los grandes objetivos del cuerpo técnico, por no decir el más importante y dentro del programa de entrenamiento es un componente con entidad propia y fundamental (16). La prevención se ha demostrado que es barata y eficaz, si se compara con el coste económico, deportivo y laboral que provocan las lesiones, si bien es difícil valorar cuántas lesiones se producen por una inadecuada formación deportiva y cuántas se producen por otras razones, es necesario seguir trabajando en fomentar la prevención de lesiones desde la perspectiva global del deportista desde la infancia (16). Los programas de entrenamiento neuromuscular (ENI), que consideran las características físicas y el nivel de actividad inicial de los participantes, pueden ser altamente efectivos para mejorar diversas medidas de rendimiento físico. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para diseñar

estrategias de entrenamiento y rehabilitación que optimicen el rendimiento atlético de un deporte y prevengan lesiones en poblaciones jóvenes y activas. Futuras investigaciones podrían centrarse en aumentar el tamaño de la muestra para mejorar la generalización de los resultados, evaluar los efectos a largo plazo de la intervención e investigar los mecanismos específicos a través de los cuales la intervención mejora las capacidades físicas, así como su influencia en el rendimiento deportivo en diferentes disciplinas.

## Conclusión

La intervención implementada en este estudio resultó en mejoras significativas en el rendimiento físico de los participantes, particularmente en términos de equilibrio, estabilidad y agilidad. La correlación de estos resultados con las características descriptivas de la muestra sugiere que individuos jóvenes, con un IMC normal y un alto nivel de actividad física, responden favorablemente a intervenciones físicas diseñadas para mejorar el rendimiento atlético. Los incrementos observados en las pruebas Y, así como la disminución en los tiempos la prueba T (T-test) de agilidad confirman el efecto positivo de la intervención en las capacidades físicas de los participantes. Aunque la mejora en la distancia del salto horizontal fue menos pronunciada, estos resultados apoyan la eficacia de la intervención.

## Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido al desarrollo de este estudio. En primer lugar, agradezco a los participantes que, con su tiempo y esfuerzo, hicieron posible la realización de este proyecto. Agradezco al Departamento de Kinesiología de la Universidad Autónoma de Chile, por su apoyo logístico para llevar a cabo las intervenciones y las mediciones. También quiero reconocer la valiosa colaboración del Dr. Sebastián Astorga, cuyo asesoramiento y revisión crítica han sido fundamentales para la mejora de este trabajo. Mi agradecimiento también se extiende al club deportivo Trueno Futsal, que ha colaborado durante años con los procesos de entrenamiento aplicados en sus jóvenes jugadores. Finalmente, quiero dar un agradecimiento especial a Karimé González por su ejemplar profesionalismo, apoyo incondicional y constante motivación durante todas las etapas de este proyecto. Su compromiso y dedicación han sido una fuente de inspiración y una contribución invaluable para la culminación de este trabajo.

## Conflictos de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con este estudio.

## Referencias

- Mora E, Rubio M. Caracterización teórica-práctica de las acciones tácticas más importantes del fútbol sala a partir de experiencias vividas [trabajo de grado]. Cali: Universidad del Valle; 2015.
- UEFA. Manual de la UEFA para entrenadores de futsal. 2017;1-202.
- Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Montalvo AM, Kiefer AW, Lloyd RS, Myer GD. Integrative neuromuscular training and injury prevention in young athletes. Part I: Identification of risk factors. *Fuerza Cond J*. 2016;38(3):36-48.
- Heidarnia E, Letafatkar A, Khaleghi-Tazji M, Grooms DR. Comparing the effect of a simulated defender and dual-task on lower limb coordination and variability during a side-cut in basketball players with and without anterior cruciate ligament injury. *J Biomech*. 2022;133(110965).
- Torrijos Briceño JF, Acosta Tova PJ, Benítez Vargas DS. Correlación entre la fuerza explosiva del tren inferior y la agilidad en el fútbol sala. *VIREF Rev Educ Fis*. 2018;5(1):15-25. Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n1.2019.1120>
- Murcia J, Acosta J, Stella D. Efecto de un programa de entrenamiento intermitente en la agilidad de los jugadores profesionales de fútbol de salón Chiquinquirá Esmeraldas F.S.C., *Rev Digit Act Fis Deport*. 2019;5. 5(1):109-24. Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n1.2019.1130>
- Borges L, Dermargos A, Gorjão R, Cury-Boaventura MF, Hirabara SM, Abad CC, et al. Updating futsal physiology, immune system, and performance. *Res Sports Med*. 2022;30(6):659–76.
- Campbell N, Jesus S, Prapavessis H. Physical fitness. En: *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. 2013;1486–9.
- Nawawi, R. F., & Fatoni, M. Exercise Models and Physical Conditions to Improve Futsal Play: Literature Review. In International Conference on Learning and Advanced Education (ICOLAE 2022). 2023. 1809-1817.
- Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(3):413–21.

- Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381.
- López M, López S, Patinha T, Araújo F, Rodríguez M, Costa R, et al. Balance and proprioception responses to FIFA 11+ in amateur futsal players: Short and long-term effects. *J Sports Sci.* 2019;37(20):2300-8.
- Ayarra R, Nakamura FY, Iturriastillo A, Castillo D, Yanci J. Differences in physical performance according to the competitive level in futsal players. *J Hum Kinet.* 2018;64:275-83.
- Portilla-Dorado E, Villaquirán-Hurtado A, Molano-Tobar N. Potencia del salto en jugadores de fútbol sala después de la utilización del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva en la musculatura isquiosural. *Rev Acad Colomb Cienc Exactas Fis Nat.* 2019;43(167):165. 15
- Florêncio, G. D. A. Os Efeitos do treinamento pliométrico na força dos membros inferiores de praticantes de esportes com oposição por rede: uma revisão integrativa. Universidade Federal da Paraíba. 2022.
- Álvarez J, Murillo V. Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento. *Arch Med Dep.* 2016;33(171):37.