



Entrenamiento neuromuscular integrativo como herramienta para optimizar el rendimiento deportivo en diferentes grupos etarios y niveles competitivos. Revisión de literatura

Integrative neuromuscular training as a tool to optimize sports performance in different age groups and competitive levels. Literature review

Dayana Katherine Quemba-Joya¹

¹Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Maestría en Pedagogía de la Cultura Física. Tunja- Boyacá, Colombia; e-mail: dayana.quemba@uptc.edu.co

Cómo citar: Quemba-Joya, D.K. 2023. Entrenamiento neuromuscular integrativo como herramienta para optimizar el rendimiento deportivo en diferentes grupos etarios y niveles competitivos. Revisión de literatura. Revista Digital: Actividad Física y Deporte. 9(1):e2261. <http://doi.org/10.31910/rdafd.v9.n1.2023.2261>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: junio 4 de 2022 **Aceptado:** octubre 26 de 2022 **Editado por:** Néstor Ordoñez Saavedra

RESUMEN

Introducción: En la actualidad, existen diversos programas de entrenamiento neuromuscular destinados a la prevención de lesiones en deportistas jóvenes; sin embargo, el entrenamiento neuromuscular integrativo (INT) es un tipo de programa que ofrece una gama más amplia de beneficios, entre los cuales, mejorar el rendimiento deportivo, prevenir la aparición de lesiones y permitir ajustar los contenidos, los cuales, se estructuran de acuerdo con el nivel de rendimiento, la edad, los objetivos, la disponibilidad de tiempo y los materiales, integrando las habilidades específicas del deporte con capacidades, como la fuerza, la pliometría, la velocidad-agilidad, la resistencia a la fatiga, la coordinación y la estabilidad dinámica.

Objetivo general: Analizar la literatura existente en cuanto al entrenamiento neuromuscular integrativo, sus beneficios y las oportunidades que brinda su aplicación, en diferentes grupos poblacionales, etarios y niveles de rendimiento. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica, donde se consultaron bases de datos, como Pubmed, Google Académico, Scopus, y ScienceDirect, de estudios publicados desde el 2011 hasta el 2022. **Resultados y discusión:** Se incluyeron un total de diez estudios,

en los que se aplicaron programas de INT, en seis modalidades deportivas distintas, mostraron que, oscilando en edades desde los 7 hasta >18 años, con duraciones por sesión desde los 20 hasta 90 minutos por sesión, hubo mejoras en el rendimiento en cada uno de los estudios. **Conclusión:** Se concluyó que los programas de INT pueden mejorar el rendimiento, mitigar el riesgo de aparición de lesiones, ayudar a las deficiencias de habilidades básicas y específicas del movimiento, tanto en atletas jóvenes como deportistas de élite y niños.

Palabras clave: Entrenamiento neuromuscular; Entrenamiento neuromuscular integrativo; Programas de entrenamiento; Rendimiento deportivo.

ABSTRACT

Introduction: Currently there are several neuromuscular training programs aimed at preventing injuries in young athletes. However, integrative neuromuscular training (INT) is a type of program that offers a broader range of benefits, including improving sports performance, preventing injuries and allowing content to be adjusted. These are adjusted according to performance level, age,

goals, availability of time and materials. All integrating the specific abilities of the sport with abilities such as strength, plyometrics, speed-agility, resistance to fatigue, coordination and dynamic stability.

Objective: analyze the existing literature regarding integrative neuromuscular training, its benefits and the opportunities offered by its application in different population groups, ages and performance levels. **Materials and methods:** A bibliographic review is carried out, where databases such as Pubmed, Google Scholar, Scopus, and ScienceDirect of studies published from 2011 to 2022 were consulted.

Results and discussion: ten studies were included, in which INT programs were applied in six different sports modalities showed that, ranging in ages from 7 to >18 years, with durations per session from 20 to 90 minutes per session, there were improvements in performance in each of the studies. **Conclusion:** It was concluded that INT programs can improve performance, mitigate the risk of injury, help deficiencies in basic and specific movement skills, both in young athletes, elite athletes and children.

Keywords: Integrative neuromuscular training; Neuromuscular training; Sports performance; Training programs.

INTRODUCCIÓN

El deporte, en general, requiere que el deportista responda de forma eficaz y eficiente a cada una de las demandas que se presentan en el contexto deportivo; así, pues, a lo largo del tiempo, han surgido diversas metodologías de entrenamiento, que buscan propiciar mejoras en el rendimiento deportivo (Weineck, 2005). Para que esto sea posible, es preciso que estas metodologías del entrenamiento tomen en consideración las diversas variables que influyen en la mejora de la condición física de los deportistas y, a su vez, que se tenga presente los factores que pueden alterar su buen desarrollo (Moreno Pascual *et al.* 2008).

En las últimas dos décadas, los investigadores de las ciencias del deporte han intentado proponer programas de entrenamiento, que suplan más de una necesidad al mismo tiempo; por un lado, buscan economizar tiempo y recursos y, por otro, ayudar a la mejora de la condición física y a prevenir la aparición de lesiones (Emery *et al.* 2015).

Este último, es un tema que ha despertado el interés de muchos centros de investigación en las ciencias del deporte, los cuales, han propuesto programas, como FIFA11+, que tiene como objetivo la prevención de lesiones de la extremidad inferior, en jóvenes jugadores de fútbol; el programa Harmoknee, que tiene como propósito la reducción de la proporción de incidencia lesional en la articulación de la rodilla, en jóvenes jugadores de fútbol y el programa KIPP, que busca disminuir el número de lesiones de ligamento cruzado anterior, entre los jóvenes deportistas (Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017).

Estos programas han demostrado ser herramientas útiles, de fácil aplicación y por recomendación de varios autores es necesario incluirlas en la sesión de entrenamiento; sin embargo, los programas antes mencionados están dirigidos exclusivamente a deportistas jóvenes y deportes de equipo con balón (Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017). Es por ello que, en los últimos años, han adquirido fuerza los estudios que emplean programas de entrenamiento neuromuscular integrativo (Sañudo *et al.* 2019), encontrando que este tipo de entrenamientos no solo ayudan en la reducción del índice lesional, sino que, además, favorecen la mejoría de la condición física de los deportistas, especialmente, en aquellos que tienen falencias en las habilidades motrices básicas (Quatman-Yates *et al.* 2012; Sañudo *et al.* 2019).

Con relación a lo anterior, Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* (2016a) han diseñado una propuesta de entrenamiento neuromuscular integrativo, que incluye seis componentes, que han dado evidencia de que su implementación ayuda a mejorar el rendimiento deportivo (Zhao *et al.* 2021), reducir la fatiga muscular y prevenir lesiones deportivas (Sañudo *et al.* 2019), dejando abierta la posibilidad de ser implementado en una mayor gama de deportes; no obstante, pese a que la investigación en el área es amplia, no es concluyente, además, existe poca evidencia de los efectos que tiene este tipo de entrenamiento sobre el sistema neuromuscular y su impacto sobre los tejidos biológicos y sus beneficios en diferentes grupos etarios.

De este modo, al existir gran cantidad de literatura enfocada a describir los efectos de programas de entrenamientos neuromusculares integrativos, se hace necesario recopilar esta información y extraer los principales hallazgos de estos estudios, sus beneficios y las oportunidades que brinda su

aplicación en diferentes grupos poblacionales, etarios y niveles de rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio, se efectuó una revisión bibliográfica, enfocada a identificar el estado actual de la literatura en cuanto al uso y la aplicación de programas de entrenamiento neuromuscular integrativo. La búsqueda bibliográfica, se realizó a través de las siguientes bases de datos electrónicas: Pubmed, Google Académico, Scopus y ScienceDirect; también, se consultaron journals, como Apunts, Applied Sciences y Journal of Science and Medicine in Sport. Se usaron palabras claves, como integrative neuromuscular training, neuromuscular fatigue, riskos sports injures, sports performance, neuromuscular training, entrenamiento neuromuscular integrado y entrenamiento neuromuscular. Por tanto, la construcción del cuerpo del estudio, se realizó con base en los hallazgos de la búsqueda.

Fueron seleccionados estudios que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: publicación en idioma inglés, publicados posterior al 2011, que estuvieran enfocados al deporte y que fueran específicamente programas de entrenamiento neuromuscular integrativo; adicionalmente, se incluyeron revisiones exclusivas al abordaje de programas de entrenamiento neuromuscular integrativo.

De la búsqueda inicial, se identificaron un total de 93 estudios, potencialmente útiles; se eliminaron un total de 10, por duplicidad en las bases de datos; luego, se procedió a analizarlos de acuerdo con título y resumen, en donde fueron descartados 42 estudios, por título y 20, por resumen. Una vez identificados los estudios con mayor potencial, se realizó una lectura completa, con lo cual, fueron descartados 11, por no contener información completa, dejando un total de 10, que fueron analizados a profundidad e incluidos en el texto definitivo (Figura 1).

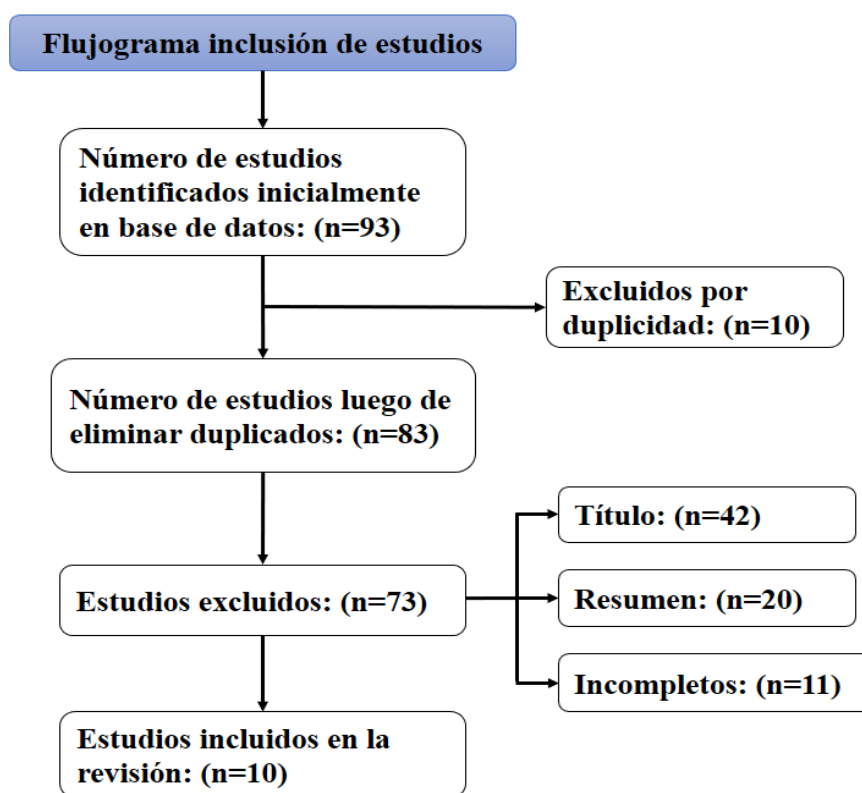


Figura 1. Flujograma inclusión de estudios.

Una vez seleccionados los artículos, se sistematizó la información, extrayendo, de cada artículo, el autor, el año, la población objeto, la duración, el objetivo y los principales resultados (Tabla 1).

Tabla 1. Estudios incluidos en la revisión en entrenamiento neuromuscular integrativo, sus beneficios y las oportunidades que brinda su aplicación en diferentes grupos poblacionales, etarios y niveles de rendimiento.

Autor y año	Población	Deporte	Duración	Objetivos	Resultados relevantes
Wang <i>et al.</i> (2022)	16 mujeres y 16 hombres (7 - 8 años)	Tenis de campo	8 semanas, 2 sesiones por semana	Investigar los efectos del INT en el sprint y la capacidad de cambiar de dirección para niños que tienen entre 7 y 8 años y que comienzan a jugar al tenis	Se encontraron diferencias significativas en las cuatro pruebas evaluadas entre el G.E y G.C luego de la intervención. Indicando que los programas INT combinados con el entrenamiento regular de tenis tiene un enfoque eficaz, para mejorar el rendimiento de sprint y COD de los niños
Alonso-Aubin <i>et al.</i> (2021)	138 hombres (6 - 14 años)	Rugby	8 semanas, 2 sesiones por semana de 20 minutos cada sesión	Evaluar los efectos de un programa INT para mejorar la Condición Física en Jugadores de Rugby	Se encontró que programas de INT enfocados a distintos grupos de edades mejora, de forma significativa, la aptitud física y habilidades de movimiento funcional
Panagoulis <i>et al.</i> (2020)	28 hombres (11 años)	Fútbol	8 semanas, 3 sesiones por semana de 20 minutos cada sesión	Evaluar los efectos de una intervención INT durante la temporada sobre el rendimiento de los jugadores de futbol adolescentes utilizando un diseño de medidas repetidas	Un programa de INT logra mejoras significativas en la velocidad de 10 y 20 metros, la capacidad de salto, los cambios de dirección y la velocidad de disparo en jugadores juveniles de fútbol
Xiong <i>et al.</i> (2022)	24 mujeres (mayores de 18 años)	Tenis de mesa	8 semanas, 4 sesiones por semana de 30 minutos cada sesión.	Investigar los efectos del entrenamiento neuromuscular integrador (INT) sobre el rendimiento físico en jugadoras de tenis de mesa de élite	Se observaron efectos significativos de interacción grupo por tiempo (antes o después de la intervención) en 1RM, salto vertical, distancia bilateral de alcance de miembros inferiores en direcciones posteromedial y posterolateral, y pierna derecha en dirección anterior para la prueba de equilibrio "Y", pero no para la pierna izquierda en la dirección anterior o el rendimiento de carrera de 30 metros. El análisis post-hoc para las mediciones con interacciones significativas reveló que todos los cambios significativos se produjeron en el grupo G.E.

Sugimoto <i>et al.</i> (2014)	21 mujeres (15 años)	Voleibol	10 semanas, 2 sesiones por semana.	Investigar los efectos de cumplimiento de un tronco y ejercicios INT centrados en la cadera sobre la fuerza abductora de la cadera en atletas jóvenes	Los efectos significativos observados y la asociación lineal moderada a la efectividad de un protocolo INT centrado en el tronco y la cadera para mejorar la fuerza de abducción de la cadera parece depender del cumplimiento
Zhao <i>et al.</i> (2021)	38 mujeres (17 años)	Bádminton	8 semanas, 4 sesiones por semana de 90 minutos cada sesión.	Investigar los efectos del entrenamiento neuromuscular integrado (INT) en la prevención de lesiones y el rendimiento de las atletas profesionales de bádminton	Un programa de INT mejora de forma eficaz y eficientemente la capacidad de rendimiento, la asimetría de las extremidades y logró prevenir lesiones; adicionalmente mejora de forma significativa habilidades específicas de movimiento
Nunes <i>et al.</i> (2019)	32 hombres (12 y 13 años)	Voleibol	20 semanas, 2 veces por semana, 60 minutos cada sesión	Analizar el efecto del entrenamiento neuromuscular integrador (INT) en el rendimiento de altura de salto vertical con contramovimiento (CMJ), en jugadores de voleibol juvenil antes y después de un desentrenamiento período	El INT mostró una mejora significativa en el CMJ desde el inicio hasta las 12 semanas y mantuvo las ganancias inducidas por el entrenamiento después del período de desentrenamiento
Fort-Vanmeerhaeghe <i>et al.</i> (2016a)	-	-	-	Desarrollar una clasificación de los componentes de entrenamiento neuromuscular integrativo	Presenta 6 componentes esenciales: estabilidad dinámica (extremidad inferior y núcleo), fuerza, pliometría, coordinación, velocidad - agilidad y resistencia a la fatiga, los cuales, se relacionan directamente con las habilidades específicas de cada deporte; además, recomienda trabajar sesiones con duración entre los 30 y 90 min, teniendo en cuenta no trabajar días consecutivos
Sañudo <i>et al.</i> (2019)	-	Revisión sistemática	-	Evaluar la evidencia actual evaluando la efectividad de los programas de entrenamiento neuromuscular integrador en la prevención de lesiones y el rendimiento deportivo en atletas jóvenes	Esta revisión proporciona evidencia de que los programas de entrenamiento neuromuscular integrador pueden mejorar el rendimiento y la prevención de lesiones en atletas jóvenes, teniendo en cuenta que la adherencia al programa de entrenamiento es adecuada
Myer <i>et al.</i> (2011)	-	Revisión sistemática	-	Revisar la literatura reciente y la opinión de expertos sobre cuando iniciar el acondicionamiento neuromuscular y maximizar los beneficios con la salud y el riesgo de lesiones relacionadas con los deportes	El entrenamiento neuromuscular integrador mantenido durante la infancia y la adolescencia, probablemente, mejorará la biomecánica del movimiento, minimizará el riesgo de lesiones relacionadas con el deporte y promoverá resultados positivos para la salud durante la edad adulta

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concluida la revisión e identificados los estudios definitivos para analizar, se encontró que, de los 10 artículos seleccionados, cinco de ellos, se enfocaron en deportes de equipo (Sugimoto *et al.* 2014; Nunes *et al.* 2019; Panagoulis *et al.* 2020; Alonso-Aubin *et al.* 2021; Zhao *et al.* 2021) y dos, en deportes individuales (Wang *et al.* 2022; Xiong *et al.* 2022); fueron incluidas dos revisiones sistemáticas (Sañudo *et al.* 2019; Myer *et al.* 2011) y un estudio, que realizó una guía metodológica (Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* 2016a); además, se observó que de los estudios

recopilados, solo uno intervino, tanto en población femenina como en masculina (Wang *et al.* 2022). Otros tres, se enfocaron en población femenina (Sugimoto *et al.* 2014; Zhao *et al.* 2021; Xiong *et al.* 2022) y tres más, en población masculina (Nunes *et al.* 2019; Panagoulis *et al.* 2020; Alonso-Aubin *et al.* 2021) (Tabla 1).

El entrenamiento neuromuscular integrativo, por sus siglas en inglés, INT (integrative neuromuscular training), no es un tema reciente, pues se pudo comprobar con investigaciones, como las de Myer *et al.* (2011), Faigenbaum *et al.* (2011) y Fort

Vanmeerhaeghe & Romero Rodriguez (2013), que se está implementado desde hace una década, demostrando ser efectivo, tanto en la prevención de lesiones como en la mejora del rendimiento deportivo y de la competencia motriz, entre otros, caracterizándose por ser una especie de entrenamiento que incorpora movimientos generales y específicos, en donde todos sus componentes están diseñados para mejorar la aptitud física, la mecánica de movimiento y las habilidades de cada deporte, que incluyen variedad, progresión e intervalos de recuperación (Sañudo *et al.* 2019). Cabe aclarar que los INT deben estar dirigidos dependiendo de las etapas de maduración de los niños y jóvenes (Myer *et al.* 2011).

Los componentes que integran estos entrenamientos son diversos y se estructuran de acuerdo con los intereses de mejora que tenga el investigador sobre variables determinadas, que incluyan, además, habilidades específicas del deporte, el ejercicio o de las clases de educación física. Haciendo hincapié en esto último, se pudo observar que los INT no solo han sido utilizados como una herramienta enfocada al deporte, pues ha resultado ser efectivo para mejorar las habilidades básicas de movimiento y lograr una mejor competencia motriz (Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* 2017).

Recientemente y teniendo en cuenta la diversidad de componentes que integran este tipo de programas, ha tomado fuerza la propuesta de Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* (2016a), quienes elaboran una guía, en la cual, se brindan pautas de cómo debería ser diseñado un programa de INT y, para ello, publican dos apartados, en donde, en primer lugar, describen las principales causas de aparición de lesiones en los atletas, indicando que, aproximadamente, del 30 al 50 % de las lesiones son causadas por diversos factores, como el exceso de la práctica deportiva, los bajos niveles de actividad física, las falencias en la preparación física, el poco desarrollo de las habilidades fundamentales de los movimientos y la disminución en las capacidades motrices, causando una barrera o falta de interés en los jóvenes a la hora de realizar actividad deportiva a largo plazo (Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* 2016b).

Ahora bien, se resalta que la implementación de los programas INT modifican los factores de riesgo neuromuscular y biomecánicos de los deportistas. Además, logra mejorar el sistema sensoriomotor, a través del entrenamiento específico y trae consigo

un mejor control neuromuscular y una óptima estabilidad dinámica de las articulaciones (Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* 2016b). Asimismo, se enfatiza en que estos factores de riesgo se pueden modificar, a través de programas INT, por tanto, se puede prevenir o reintegrar a los deportistas a la actividad después de sufrir una lesión en las extremidades inferiores, sumado a una mejor condición física (Sañudo *et al.* 2019).

Cabe destacar, que al implementar un programa INT es importante controlar y hacer progresar los ejercicios en intensidad y dificultad, mientras se mantiene una correcta biomecánica de las extremidades inferiores, para minimizar las cargas articulares, durante las acciones específicas del deporte.

Continuando con el segundo apartado, Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* (2016a) proponen una guía para elaborar un programa de INT, que presenta seis componentes esenciales: estabilidad dinámica (extremidad inferior y núcleo), fuerza, pliometría, coordinación, velocidad - agilidad y resistencia a la fatiga, que se relacionan directamente con las habilidades específicas de cada deporte (Figura 2). Este programa es una base importante e integradora del desarrollo de la competencia fundamental de habilidades de movimiento y las habilidades específicas deportivas. Asimismo, es de resaltar que este tipo de programas deben tener en cuenta el principio de individualización, la progresión y su implementación, por parte de profesionales capacitados.

Ahora bien, el uso de los entrenamientos INT se realizan dependiendo de los objetivos; por ello, los autores sugieren que un INT de alta intensidad solo se debe realizar 2-3 veces por semana y en días no consecutivos, para permitir suficiente tiempo de recuperación entre sesiones de entrenamiento, variando su duración entre 30 y 90 minutos por sesión, siempre que se obedezcan las características individuales y la experiencia de entrenamiento previa (Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* 2016a).

En general, los resultados arrojados por diversas investigaciones dan evidencia de que programas de INT traen consigo múltiples beneficios, que pudieron ser observados en diferentes poblaciones, escenarios y deportes con distintos objetivos.

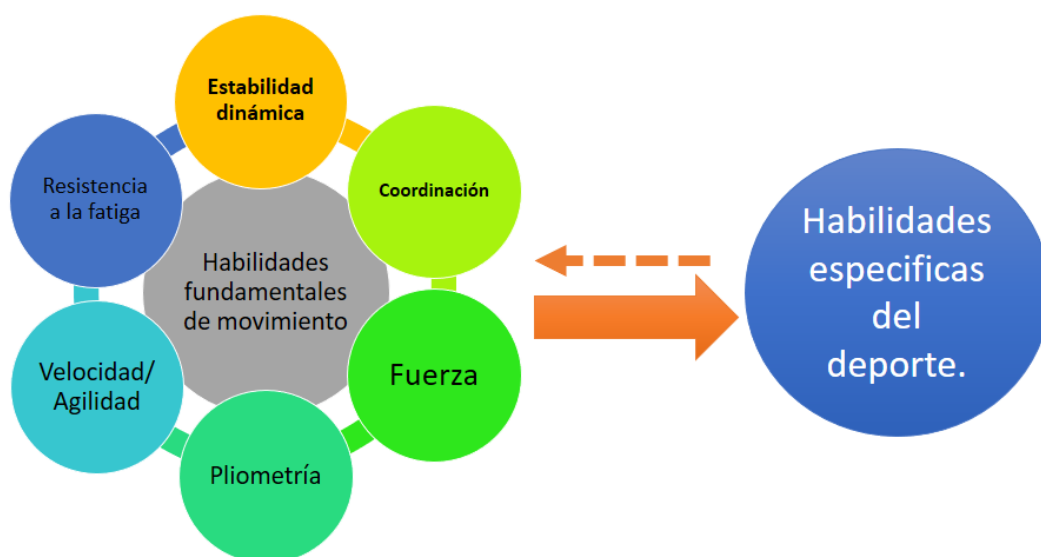


Figura 2 Componentes de la propuesta de un programa de entrenamiento neuromuscular integrado.

Nota: Componentes de la propuesta de un programa de entrenamiento neuromuscular integrado. Adaptado de: Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* (2016a).

Como prueba de ello, la población escolar ha recibido importante atención por parte de los investigadores para aplicar estos programas, encontrando que pueden mejorar la frecuencia cardiaca y el control neuromuscular (Sindić *et al.* 2021); por su parte, Faigenbaum *et al.* (2011; 2014) consiguieron mejorar la condición física de niños de 7 años, tras 8 semanas de la implementación de un programa de INT.

Duncan *et al.* (2018) exponen mejoras en las habilidades fundamentales de movimiento y la autoeficacia en niños, tras 10 semanas de inclusión de un programa de INT, en las clases de educación física. Más adelante, Duncan *et al.* (2019) encontraron que la secuenciación de la programación del control de objetos y las habilidades locomotoras dentro de un programa de 10 semanas de INT, en las clases de educación física de escolares de los 6 a 7 años, dan como resultado una mayor competencia motora y aptitud muscular, siempre que se programan primero actividades que incluyan habilidades de control de objetos.

Contrario a los estudios ya expuestos, Faigenbaum *et al.* (2019) dieron otro enfoque a un INT, usándolo como protocolo y no como programa regular de entrenamiento; es así, como han dado a conocer un estudio, que buscó examinar los efectos cardiometabólicos del uso de INT y, para ello,

diseñaron y compararon un protocolo de INT contra una sesión de doce minutos en una caminadora, a una intensidad del 50 %, de Vo2pico, encontrando que el protocolo INT de 30 segundos de trabajo con 30 segundos de recuperación pasiva puede representar un estímulo cardiometabólico, de moderado a vigoroso, en niños y que, a su vez, pueden ser metabólicamente más desafiantes, que caminar a un ritmo moderado en caminadora.

Ahora, ya que en los INT los objetivos pueden estar enfocados a conseguir resultados específicos para cada modalidad deportiva, Sugimoto *et al.* (2014) comprobaron que implementar un programa de INT, que incluían cinco ejercicios progresivos para el tronco y centrados en la cadera, mejora la fuerza del tronco y los abductores de forma significativa, siempre y cuando, las deportistas cumplieran con la totalidad del programa, lo que también indica que el cumplimiento de las sesiones está estrechamente ligado a obtener mejores resultados.

Es así, como Zhao *et al.* (2021) lograron comprobar que aplicar un programa de INT mejora, de forma eficaz y eficientemente, la capacidad de rendimiento, la asimetría de las extremidades y logró prevenir lesiones; para ello, se implementó un programa durante 8 semanas de 4 sesiones de 90 minutos cada semana, que incluyó pruebas de habilidades

fundamentales de movimiento, salto vertical, fuerza, velocidad y agilidad, carrera con centro de gravedad bajo, doble salto a la cuerda y un minutos de bateo contra la pared (específico del bádminton), mostrando mejoras significativas en todos los aspectos, demostrando que los INT no solo logran mejorar las habilidades básicas de movimiento, sino que también las habilidades específicas.

En cuanto al uso de los INT, para mejorar capacidades físicas específicas en los deportes, Wang *et al.* (2022) encuentran que, capacidades como el repetir sprint y cambiar de dirección, las cuales, son de suma importancia en el tenis de campo, mejoran, de forma significativa, en niños de 7 a 8 años, tras 8 semanas de entrenamiento; para ello, incluyeron el INT, con un enfoque a la velocidad, coordinación, pliometría y resistencia a la velocidad, en donde se utilizaron pocos ejercicios y cada sesión de INT oscilaba entre los 15 y 20 min, lo que no tomaba mucho tiempo de la duración total de los entrenamientos regulares, que duraban 90 minutos. Concluyeron que, incluir los INT, con un enfoque a las características del deporte, resulta ser una óptima estrategia para mejorar el rendimiento en los niños.

A su vez, Alonso-Aubin *et al.* (2021) registran que, programas de INT enfocados a distintos grupos de edades, comprendidas entre los 6 y los 14 años, resultan ser eficaces en la mejora de la aptitud física y habilidades de movimiento funcional, mejorando, de forma significativa, capacidades físicas, como la fuerza, la resistencia, la velocidad y la coordinación, todas ellas fundamentales en el rugby.

Continuando con la revisión, Nunes *et al.* (2019) implementaron el programa de INT, con el objetivo de comprobar los efectos sobre el rendimiento del salto con contramovimiento (CMJ), antes y después de un periodo de desentrenamiento, en donde los resultados arrojaron que hubo una mejora en salto CMJ durante el programa y se mantuvieron los cambios, luego del periodo de desentrenamiento, comprobando que los programas de INT son favorables en los jugadores con niveles bajos de habilidades motoras fundamentales y que sus efectos logran permanecer, luego de terminar su implementación.

De igual forma, Panagoulis *et al.* (2020) refieren que enfocar un programa de INT en mejorar la fuerza y algunas de sus manifestaciones, reflejan un mayor

rendimiento en la velocidad de 10 y 20 metros, la capacidad de salto, los cambios de dirección y la velocidad de disparo, lo que supone una excelente opción para la mejora del rendimiento en el fútbol juvenil, recomendando su inclusión, teniendo a favor que los programas de INT suelen tener una corta duración y permiten la versatilidad y la adaptación a los requerimientos de los deportistas y entrenadores.

Ahora, Xiong *et al.* (2022) innovan en el objetivo planteado con su intervención de INT, en donde, contrario a los demás estudios, logran demostrar que un programa de INT aplicado a deportistas profesionales, también resulta ser efectivo, siendo este estudio pionero en la población objeto y destacando que los programas de INT no solo logran ser efectivos en deportistas jóvenes con bajos niveles de competencia motriz, sino que, al estructurar este tipo de entrenamiento, como parte de la sesión, logra optimizar el rendimiento, aun cuando los deportistas gozan de una avanzada técnica y condición física.

Luego de realizar una revisión sistemática, con el fin de relacionar la edad óptima en la que un niño o joven se puede introducir en el entrenamiento físico adaptado al deporte, actividad física y entrenamiento neuromuscular, Myer *et al.* (2011) concluyen que los programas de INT pueden ser más beneficiosos, si se inician durante la pre-adolescencia; sumado a esto, resaltan que si se aplican de forma constante y coherente con las necesidades, objetivos y habilidades de los niños y jóvenes, probablemente, mejorará la biomecánica del movimiento, minimizará el riesgo de lesiones deportivas y promoverá resultados de salud positivos durante la edad adulta.

En cuanto a los beneficios que se han expuesto de este tipo de entrenamiento, Sañudo *et al.* (2019) señalan que estos programas han dado resultados dinámicos relacionados con la estabilidad, la coordinación con movimientos fundamentales y las habilidades deportivas específicas, la fuerza muscular, agilidad y velocidad, la pliometría, la resistencia a la fatiga y el riesgo de lesiones, confirmando, con su revisión que, tal y como lo plantea Fort-Vanmeerhaeghe *et al.* (2016a), los INT cumplen los objetivos indicados sobre el sistema neuromuscular.

En la actualidad, se han publicado ya diversos estudios enfocados a verificar los efectos que producen programas de entrenamiento neuromuscular, en donde se puede observar que

se enfocan, mayoritariamente, como programas de prevención de lesiones (Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017; Ghaderi *et al.* 2020; Barengo *et al.* 2014), encontrando que, en su mayoría, son útiles, accesibles y de fácil aplicación; sin embargo, a diferencia de los entrenamientos neuromusculares integrativos, los entrenamientos neuromusculares no incluyen habilidades específicas del deporte como componente (Zouhal *et al.* 2019), mientras que en los INT, interactúan directamente con los demás componentes.

Adicionalmente, se encontraron adaptaciones interesantes del uso de programas INT, los cuales, fueron incluidos como tratamiento para jóvenes con fibromialgia, encontrando efectos positivos de estos entrenamientos, beneficiando a los jóvenes en una mayor confianza, menor discapacidad y dolor, por consiguiente, una mejor calidad de vida (Kashikar-Zuck *et al.* 2012); de igual forma, se demostró que realizar entrenamientos de INT junto con ejercicios de alta intensidad, ayuda a la pérdida de peso en mujeres obesas (Batrakoulis *et al.* 2018).

La revisión logró recopilar información que contrasta con la literatura existente, encontrando que, a diferencia de otros programas de entrenamiento neuromuscular, como FIFA11+, Harmoknee, KIPP, Knäkontroll y PEP, expuestos por Robles-Palazón & Sainz de Baranda (2017), los cuales, se enfocan en deportes de conjunto y con balón, los programas INT pueden ser adaptados, tanto a modalidades deportivas individuales como colectivas, deportes con balón y sin balón, entre otros.

Esta revisión expone que de los diez estudios seleccionados, seis de ellos estuvieron enfocados a distintos deportes, que incluyen rugby (Alonso-Aubin *et al.* 2021), voleibol (Nunes *et al.* 2019; Sugimoto *et al.* 2014), fútbol (Panagoulis *et al.* 2020), bádminton (Zhao *et al.* 2021), tenis de campo (Wang *et al.* 2022) y tenis de mesa (Xiong *et al.* 2022), logrando demostrar resultados positivos, en términos de mejores resultados post intervención, en las distintas variables analizadas, como el rendimiento en el salto, la velocidad de desplazamiento con cambios de dirección, fuerza y estabilidad, además de mejorar en los resultados de los test aplicados sobre habilidades específicas de cada deporte, como el bateo, la velocidad de disparo y la coordinación en cada una de las modalidades deportivas y con enfoques diferentes.

Asimismo, se evidenció que estos programas oscilan en duración por sesión entre los 20 hasta los 90 minutos, con frecuencia de 2 a 4 sesiones por semana. De la misma manera, ofrecen varios beneficios, entre los cuales, no solo se encuentra la reducción del índice de lesiones, sino también, dependiendo del deporte, la edad, los objetivos primarios y el nivel individual de cada deportista, se puede moldear en búsqueda de mejorar algunas capacidades específicas. Dentro de los principales componentes abordados, se encontraron la velocidad-agilidad, pliometría, fuerza y estabilidad, lo que ayudó a mejorar la competencia motriz en general y obtener mejores resultados post intervención.

También, en la revisión, se observa que muchos estudios, que no fueron elegidos al no estar enfocados al deporte, toman este tipo de programas como alternativa complementaria a las clases de educación física, usando tiempos aún más cortos que los aplicados en sesiones deportivas, llegando a adaptar estos programas desde los 7 minutos por sesión. Esto demuestra, la mejora de distintas variables, principalmente, las falencias en las habilidades básicas y específicas del movimiento.

Otro aspecto interesante y de resaltar que arrojó la revisión fue el hecho de comprobar mejoras en deportistas de élite, teniendo en cuenta que los INT, en su mayoría, están destinados a deportistas jóvenes y con falencias en las habilidades básicas de movimiento. Esto brinda un nuevo abanico de posibilidades para incluir estos programas en las sesiones de entrenamiento de deportistas de alto nivel, ofreciendo a su entrenamiento sesiones nutridas, que mejoran varios aspectos de forma conjunta, lo que les permite aprovechar mucho más el tiempo restante de la sesión de entrenamiento, para la preparación táctica.

Ahora bien, para finalizar, cabe mencionar que, en Colombia, no se han implementado programas de este tipo, por tanto, se espera que revisiones como esta, logren atraer a futuros investigadores que apuesten por la implementación de programas de INT, como herramienta para la mejora del rendimiento deportivo. Sumado a esto, esta revisión se presenta como el primer acercamiento a modalidades de entrenamiento que tienen alto renombre en Europa y en Asia.

CONCLUSIONES

Se evidenció que estos programas oscilan en duración por sesión entre los 20 hasta los 90 minutos, con frecuencia de 2 a 4 sesiones por semana y que las aplicaciones más comunes se realizaban en un lapso de 8 semanas; de igual forma, se pudo observar que, en todos los estudios analizados, se presentaron mejoras, luego de la aplicación de programas INT. De esta manera, se observa que los INT pueden optimizar el rendimiento, mitigar el riesgo de aparición de lesiones, ayudar a las deficiencias de habilidades básicas y específicas del movimiento, entre otros beneficios, en diferentes grupos etarios y niveles de rendimiento, siempre que la adherencia al programa de entrenamiento sea adecuada y guiada por un profesional.

Adicionalmente, se evidencia que estos programas son versátiles y pueden ser utilizados con distintos enfoques, tanto en el deporte como en otras áreas; sumado a esto, son de fácil aplicación, en cuanto a la diversidad que ofrece para adaptarse a los objetivos, tiempo y recursos materiales.

Finalmente, de la revisión se puede observar que si bien es un tema que ha tomado relevancia en los últimos años es pertinente seguir avanzado en la aplicación de programas INT y, de esta manera, comprobar su efectividad en un espectro más amplio de deportes y con poblaciones aún mayores, que permitan hacer inferencias más precisas y así poder extrapolar sus beneficios.

REFERENCIAS

- ALONSO-AUBIN, D.A.; PICÓN-MARTÍNEZ, M.; REBULLIDO, T.R.; FAIGENBAUM, A.D.; CORTELL-TORMO, J.M.; CHULVI-MEDRANO, I. 2021. Integrative neuromuscular training enhances physical fitness in 6- to 14-year-old rugby players. *Journal of strength and conditioning research*. 35(8):2263-2271. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003995>
- BARENGO, N.C.; MENESES-ECHÁVEZ, J.F.; RAMÍREZ-VÉLEZ, R.; COHEN, D.D.; TOVAR, G.; CORREA BAUTISTA, J.E. 2014. The impact of the FIFA 11+ training program on injury prevention in football players: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 11(11):11986-12000. <https://doi.org/10.3390/ijerph111111986>
- BATRAKOULIS, A.; JAMURTAS, A.Z.; GEORGAKOULI, K.; DRAGANIDIS, D.; DELI, C.K.; PAPANIKOLAOU, K.; AVLONITI, A.; CHATZINIKOLAOU, A.; LEONTSINI, D.; TSIMEAS, P.; COMOUTOS, N.; BOUGLAS, V.; MICHALOPOULOU, M.; FATOUROS, I.G. 2018. High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detraining randomized controlled trial. *Plos One*. 13(8):1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202390>
- DUNCAN, M.J.; EYRE, E.L.J.; OXFORD, S.W. 2018. The effects of 10-week integrated neuromuscular training on fundamental movement skills and physical self-efficacy in 6-7 year old children. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 32(12):3348-3356. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001859>
- DUNCAN, M.J.; HAMES, T.; EYRE, E.L.J. 2019. Sequencing effects of object control and locomotor skill during integrated neuromuscular training in 6-7 year old children. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 33(8):2262-2274. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002484>
- EMERY, C.A.; ROY, T.-O.; WHITTAKER, J.L.; NETTEL-AGUIRRE, A.; VAN MECHELEN, W. 2015. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 49(13):865-870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>
- FAIGENBAUM, A.D.; FARRELL, A.; FABIANO, M.; RADLER, T.; NACLERIO, F.; RATAMESS, N.A.; KANG, J.; MYER, G.D. 2011. Effects of integrative neuromuscular training on fitness performance in children. *Pediatric Exercise Science*. 23(4):573-584. <https://doi.org/10.1123/pes.23.4.573>

8. FAIGENBAUM, A.D.; KANG, J.; RATAMESS, N.A.; FARRELL, A.C.; BELFERT, M.; DUFFY, S.; JENSON, C.; BUSH, J. 2019. Acute cardiometabolic responses to multi-modal integrative neuromuscular training in children. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 4(2):39. <https://doi.org/10.3390/jfmk4020039>
9. FAIGENBAUM, A.D.; MYER, G.D.; FARRELL, A.; RADLER, T.; FABIANO, M.; KANG, J.; RATAMESS, N.; KHOURY, J.; HEWETT, T.E. 2014. Integrative neuromuscular training and sex-specific fitness performance in 7-year-old children: an exploratory investigation. *Journal of Athletic Training*. 49(2):145-153. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.08>
10. FORT-VANMEERHAEGHE, A.; ROMÁN-VIÑAS, B.; FONT-LLADÓ, R. 2017. ¿Por qué es importante desarrollar la competencia motriz en la infancia y la adolescencia? Base para un estilo de vida saludable. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 52(195):103-112. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2016.11.001>
11. FORT VANMEERHAEGHE, A.; ROMERO RODRIGUEZ, D. 2013. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*. 48(178):69-76. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2012.09.002>
12. FORT-VANMEERHAEGHE, A.; ROMERO-RODRIGUEZ, D.; LLOYD, R.S.; KUSHNER, A.; MYER, G.D. 2016a. Integrative neuromuscular training in youth athletes. Part II: strategies to prevent injuries and improve performance. *Strength and Conditioning Journal*. 38(4):9-27. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000234>
13. FORT-VANMEERHAEGHE, A.; ROMERO-RODRIGUEZ, D.; MONTALVO, A.M.; KIEFER, A.W.; LLOYD, R.S.; MYER, G.D. 2016b. Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. Part I: Identifying Risk Factors. *Strength and Conditioning Journal*. 38(3):36-48. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000229>
14. GHADERI, M.; LETAFATKAR, A.; ALMONROEDER, T.G.; KEYHANI, S. 2020. Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*. 80:105157. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105157>
15. KASHIKAR-ZUCK, S.; MYER, G.; TING, T.V. 2012. Can behavioral treatments be enhanced by integrative neuromuscular training in the treatment of juvenile fibromyalgia? *Pain management*. 2(1):9-12. <https://doi.org/10.2217/pmt.11.60>
16. MORENO PASCUAL, C.; RODRÍGUEZ PÉREZ, V.; SECO CALVO, J. 2008. Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*. 30(1):40-48. [https://doi.org/10.1016/s0211-5638\(08\)72954-7](https://doi.org/10.1016/s0211-5638(08)72954-7)
17. MYER, G.D.; FAIGENBAUM, A.D.; FORD, K.R.; BEST, T.M.; BERGERON, M.F.; HEWETT, T.E. 2011. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current Sports Medicine Reports*. 10(3):155-166. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e31821b1442>
18. NUNES, A.C.C.A.; CATTUZZO, M.T.; FAIGENBAUM, A.D.; MORTATTI, A.L. 2019. Effects of integrative neuromuscular training and detraining on countermovement jump performance in youth volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 35(8):2242-2247. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003092>
19. PANAGOULIS, C.; CHATZINIKOLAOU, A.; AVLONITI, A.; LEONTSINI, D.; DELI, C.K.; DRAGANIDIS, D.; STAMPOULIS, T.; OIKONOMOU, T.; PAPANIKOLAOU, K.; RAFAILAKIS, L.; KAMBAS, A.; JAMURTAS, A.; FATOUROS, I.G. 2020. In-Season integrative neuromuscular strength training improves performance of early-adolescent soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34(2):516-526. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002938>
20. QUATMAN-YATES, C.C.; QUATMAN, C.E.; MESZAROS, A.J.; PATERNO, M.V.; HEWETT, T.E. 2012. A systematic review of sensorimotor function during adolescence: a developmental stage of increased motor awkwardness? *British Journal of Sports Medicine*. 46(9):649-655. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.079616>

21. ROBLES-PALAZÓN, F.; SAINZ DE BARANDA, P. 2017. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias Del Deporte*. 6(2):115-126. <https://doi.org/10.6018/300451>
22. SAÑUDO, B.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J.; BERNARDO-FILHO, M.; ABDI, E.; TAIAR, R.; NÚÑEZ, J. 2019. Integrative neuromuscular training in young athletes, injury prevention, and performance optimization: a systematic review. *Applied Sciences*. 9(18):3839. <https://doi.org/10.3390/app9183839>
23. SINĐIĆ, M.; MAČAK, D.; TODORVIĆ, N.; PURDA, B.; BATEZ, M. 2021. Effect of integrated neuromuscular exercise in physical education class on health-related fitness in female children. *Healthcare*. 9(3):312. <https://doi.org/10.3390/healthcare9030312>
24. SUGIMOTO, D.; MYER, G.D.; BUSH, H.M.; HEWETT, T.E. 2014. Effects of compliance on trunk and hip integrative neuromuscular training on hip abductor strength in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28(5):1187-1194. <https://doi.org/10.1097/jsc.0000000000000228>
25. WANG, Z.-H.; PAN, R.-C.; HUANG, M.-R.; WANG, D. 2022. Effects of integrative neuromuscular training combined with regular tennis training program on sprint and change of direction of children. *Frontiers in physiology*. 13:831248. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.831248>
26. WEINECK, J. 2005. Entrenamiento total. Paidotribo (Barcelona). 687p.
27. XIONG, J.; LI, S.; CAO, A.; QIAN, L.; PENG, B.; XIAO, D. 2022. Effects of integrative neuromuscular training intervention on physical performance in elite female table tennis players: A randomized controlled trial. *PloS one*. 17(1):e0262775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262775>
28. ZHAO, W.; WANG, C.; BI, Y.; CHEN, L. 2021. Effect of integrative neuromuscular training for injury prevention and sports performance of female badminton players. *BioMed research international*. 2021:5555853. <https://doi.org/10.1155/2021/5555853>
29. ZOUHAL, H.; ABDERRAHMAN, A.B.; DUPONT, G.; TRUPTIN, P.; LE BRIS, R.; LE POSTEC, E.; SGHAEIR, Z.; BRUGHELLI, M.; GRANACHER, U.; BIDEAU, B. 2019. Effects of neuromuscular training on agility performance in elite soccer players. *Frontiers in Physiology*. 10:947. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00947>