

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

**Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Especialización en Programación y Evaluación del Ejercicio**



Trabajo Final Integrador de Posgrado

TÍTULO: EFECTOS DE UN PROGRAMA PLIOMÉTRICO SOBRE LA FUERZA REACTIVA, EL SALTO, LA ACELERACIÓN Y EL CAMBIO DE DIRECCIÓN EN JÓVENES FUTBOLISTAS DE LA PLATA.

APELLIDO Y NOMBRE: FASANO, LUCIO.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MARCO TEÓRICO: ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO	6
2.1. Entrenamiento pliométrico: el ciclo de estiramiento – acortamiento.....	6
2.2. Edad madurativa y rendimiento	10
2.3. Intensidad del entrenamiento pliométrico.....	13
2.4. Volumen y frecuencia del entrenamiento pliométrico	15
2.5. Pausas y densidad del entrenamiento pliométrico	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Sujetos	20
3.2. Programa de entrenamiento	22
3.3. Evaluaciones	23
3.3.1. Mediciones antropométricas y estado madurativo	23
3.3.2. Saltabilidad	23
3.3.3. Aceleración inicial.....	24
3.3.4. Cambio de dirección	25
3.4. Procedimiento.....	25
3.5. Análisis de datos	25
4. RESULTADOS	26
4.1. Mediciones antropométricas y estado madurativo	26
4.2. Saltabilidad.....	26
4.2.1. Drop Jump.....	26
4.2.2. Índice de fuerza reactiva.....	30
4.2.3. Abalakov.....	35
4.3. Aceleración inicial	39
4.4. Cambio de dirección	43
5. DISCUSIÓN.....	47
5.1. Saltabilidad.....	47
5.2. Aceleración inicial	51
5.3. Cambio de dirección	54
6. LIMITACIONES Y CONCLUSIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXO	64

RESUMEN

Objetivo: investigar y analizar los efectos de un programa pliométrico unipodal y bilateral de nueve semanas de duración sobre la fuerza reactiva, el salto, la aceleración y el cambio de dirección. **Materiales y métodos:** cuatro jugadores varones de fútbol fueron elegidos y asignados al azar a un grupo de entrenamiento unipodal (GEU; n = 2; 13,4 años) y a un grupo de entrenamiento bipodal (GEB; n = 2; 13,3 años), para realizar un programa de entrenamiento pliométrico de 9 semanas de duración, de las cuales 6 semanas fueron exclusivamente de entrenamiento. El entrenamiento pliométrico se realizó dos veces por semana (martes y jueves, 14.30 hs) previo a los entrenamientos de fútbol de la categoría. El GEU realizó sólo ejercicios unipodales mientras que el GEB realizó los mismos ejercicios de manera bipodal, completando ambos grupos la misma cantidad total de saltos (850). Todos los sujetos fueron evaluados antes y después de las 6 semanas de entrenamiento en drop jump de 20 cm (DJ20), índice de fuerza reactiva (RSI), abalakov (ABK), aceleración (con cortes a los 5 y 10 metros) y cambio de dirección con el test de agilidad 505. Debido al tamaño de la muestra, ninguna prueba estadística pudo ser aplicada, por lo que el análisis de los datos se realizó a partir del mejor intento y del promedio de los tres intentos de cada jugador en las evaluaciones, así como también a partir de los promedios de cada grupo. **Resultados y discusión:** considerando el promedio de los tres intentos de cada jugador, se mostraron mejoras en ambos grupos en todas las evaluaciones vinculadas a la saltabilidad. Sólo en el ABK con pierna derecha uno de los integrantes del GEU mostró una caída en el rendimiento de 2,3 cm. Considerando el mejor intento de cada jugador, la única evaluación en la que no hubo mejora del rendimiento fue en el ABK bipodal para el GEU. Respecto a la aceleración, únicamente el GEU mostró mejoras en los 5 y 10 m, aunque en los 10 m sólo uno de los integrantes de dicho grupo mostró mejoras. En el cambio de dirección, el GEU mejoró su rendimiento con pierna izquierda, mientras que el GEB mejoró con pierna derecha. **Conclusiones:** 6 semanas de entrenamiento pliométrico, con un volumen de 850 saltos, parecen ser seguros y suficientes para mejorar las capacidades vinculadas a la saltabilidad, pero no tanto para mejorar la aceleración y el cambio de dirección. Aunque los resultados sugieren que un programa de entrenamiento unipodal podría tener mayores efectos en la aceleración inicial comparado con un entrenamiento bipodal, no se pueden establecer diferencias claras en los resultados entre uno y otro programa.

Palabras clave: pliometría – ciclo estiramiento-acortamiento – fútbol – jóvenes - rendimiento

1. INTRODUCCIÓN

Desde una visión sistémica, el fútbol es un deporte complejo, abierto y dinámico en el que interaccionan de manera continua las dimensiones táctica, técnica, psicológica y física de los jugadores. La incertidumbre característica del juego trae como consecuencia, en lo que respecta a la dimensión física, la realización de acciones intermitentes, multidireccionales y de alternancia unilateral, que varían aleatoriamente su duración, intensidad y frecuencia, exigiendo una respuesta específica de los sistemas cardiovascular, neuromuscular y metabólico.

Algunos estudios de análisis de competencia en fútbol juvenil reportaron distancias totales recorridas de 6000-9000 m, de las cuales entre un 3-30% se realizaron a alta velocidad ($4,2 - 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (Goto et al., 2015). Por su parte, el estudio de Buchheit et al. (2010a) reportó que en jóvenes de entre 13 y 18 años, un 8-14% de la distancia total fue cubierta a alta velocidad. Harley et al., (2010) hallaron entre un 17,1 – 42,6 % de la distancia total recorrida a alta intensidad, entre 4,5-22,7% a muy alta intensidad y entre 0,3-8,8% en sprint, representando porcentajes de 9,2%, 3,1% y 1,01% del tiempo total de exposición al juego, respectivamente. En lo que refiere al sprint, Pereira Da Silva et al. (2007, en Goto et al., 2015) reportaron una distancia promedio de 8,6 m por sprint para jugadores Sub15 mientras que Atan et al. (2016) encontraron una distancia de aproximadamente 16 m por sprint indistinta para categorías Sub13 a Sub15. Meylan y Malatesta (2009) recuperan un estudio que sostiene un promedio de sprint de 2,3" con distancias de 10-12 m. Por otra parte, el estudio de Buchheit et al. (2010b) analizó la presencia de secuencias de sprints repetidos, encontrando un promedio de $2,7\pm 0,3$ sprints por secuencia con duraciones de $2,7\pm 0,5$ s., siendo las categorías más grandes (U17 y U18) las que menos sprints por secuencia y menos tiempo de sprint presentaron.

Además, se ha demostrado que muchos esfuerzos de alta intensidad pueden ocurrir durante aceleraciones y desaceleraciones a pesar de que sean precedidas o seguidas de movimientos a baja velocidad, por lo que considerar sólo las distancias y velocidades pueden subestimar la carga (Vigh-Larsen et al., 2018; Serpiello et al., 2018). En este sentido, el cambio de velocidad que implican las aceleraciones y desaceleraciones requiere una gran demanda energética dada la alta tasa de producción de fuerza y la mayor activación neural de los músculos involucrados comparado con la carrera lineal a velocidad constante (Barron et al., 2014; Vigh-Larsen et al., 2018). Además, por su componente excéntrico contribuyen significativamente al daño muscular (Vigh-Larsen et al., 2018). Barron et al. (2014) encontraron que la mayor parte de la distancia cubierta a modo de

aceleración/desaceleración se realizó a baja intensidad (93% de la distancia entre -2 y 2 $m.s^{-2}$) y que las aceleraciones/desaceleraciones de mayor intensidad (mayores a 4 $m.s^{-2}$ y menores a -4 $m.s^{-2}$) no sufrieron reducciones significativas en las distancias cubiertas entre la primer y segunda mitad. Por su parte, Serpiello et al. (2018) analizaron la habilidad para repetir aceleraciones (RAA), entendida esta como la repetición de al menos 3 aceleraciones separadas por no más de 45 segundos. Mientras que recuperan otro estudio en el que se reportó un promedio de 7,1 secuencias con 3,6 sprints por secuencia en jugadores de sub-elite (Barron et al., 2016), en su estudio con jóvenes de elite (promedio 14,9 años) encontraron un promedio de $8\pm 4,6$ y $5,1\pm 3,5$ secuencias para aceleraciones iniciadas a $2,62\pm 0,3$ $m.s^{-2}$ y $3\pm 0,2$ $m.s^{-2}$, respectivamente¹. De dichas secuencias, el número de aceleraciones promedio fue de $4\pm 0,9$ y $3,6\pm 0,1$, con duraciones por sprint de $1,6\pm 0,3$ s y $1,5\pm 0,4$ s, respectivamente. Además, en la mayoría de los casos el tiempo entre dos sprints no superó los 20 s. En ambos estudios, prácticamente no hubo grandes diferencias en el número de aceleraciones entre posiciones ni entre el primer y segundo tiempo (Barron et al. 2016; Serpiello et al., 2018)

Observando los datos que ofrecen los estudios de análisis de competencia, si bien el porcentaje de acciones de muy alta intensidad es relativamente bajo, es fundamental la capacidad de los jugadores para producir rápidamente altos niveles de fuerza en acciones explosivas (ej. aceleraciones, golpes, saltos, giros y cambios de ritmo y de dirección) en tanto estas acciones son las más determinantes en situaciones definitorias durante la competencia (Ramírez-Campillo et al., 2015a; Chaabane y Negra, 2017; Negra et al., 2018). En este sentido, la elección del tipo de entrenamiento más adecuado para mejorar el rendimiento de los jóvenes futbolistas en acciones explosivas es crucial y el entrenamiento pliométrico es uno de los más utilizados para ello. Desde un punto de vista más amplio que el del rendimiento, y considerando que el estudio trata con jóvenes en formación, el entrenamiento pliométrico, además de las adaptaciones sobre la función neuromuscular, ofrece otros beneficios en relación a la salud, como son una mayor densidad mineral ósea, un mejor perfil de riesgo cardiovascular, un mayor control de peso, un mejor bienestar psicosocial y un menor riesgo de lesión en deportes (Bedoya et al., 2015).

En función del principio de especificidad del entrenamiento, dadas las características del entrenamiento pliométrico y su relación con las actividades de alta intensidad que se dan en el fútbol y, dada la predominancia de movimientos unilaterales, el

¹ Los valores de las aceleraciones, consideradas en el estudio como de alta intensidad, corresponden al 70% y 80% del promedio de aceleración de 5 m obtenidos de un sprint de 40 m.

presente trabajo tiene como objetivo investigar y analizar los efectos de un programa de entrenamientos pliométrico unilateral y otro bilateral, sobre la fuerza reactiva y el rendimiento de acciones explosivas propias del deporte en cuestión como son las aceleraciones máximas, los cambios de dirección y los saltos.

2. MARCO TEÓRICO: ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

2.1. Entrenamiento pliométrico: el ciclo de estiramiento – acortamiento.

En tanto replica acciones musculares similares a las que se encuentran en el fútbol, el entrenamiento pliométrico es comúnmente usado en jóvenes futbolistas para mejorar acciones explosivas y de alta intensidad como son los cambios de dirección, aceleraciones y saltos (Ramírez-Campillo et al., 2014; Bedoya et al., 2015; Negra et al., 2018). Dependiente de la función neuromuscular (Lloyd et al., 2011), este tipo de entrenamiento implica la realización de ejercicios de saltos (a una y dos piernas) usando el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) y su propósito es el de aumentar la potencia de movimientos subsiguientes, mediante una secuencia combinada de acciones excéntrica, isométrica y concéntrica a partir del reflejo muscular de estiramiento y de los componentes elásticos del músculo y tendón (Lloyd et al., 2011; Bedoya et al., 2015). Markovic y Mikulic (2010) consideran que los mecanismos responsables de que haya una mayor producción de fuerza concéntrica cuando esta es precedida por un estiramiento son: a) el tiempo disponible para el desarrollo de la fuerza; b) el almacenamiento y la reutilización de energía elástica; c) la potenciación de la maquinaria contráctil; d) la interacción entre los componentes elásticos en serie y la maquinaria contráctil; y e) la contribución de los reflejos. En el cuadro 1 pueden observarse los componentes estructurales y los factores nerviosos determinantes de esta capacidad.

Se considera que el ejercicio pliométrico involucra principalmente tres fases. La primera fase, llamada de carga o excéntrica de pre-estiramiento, inicia cuando las unidades miotendinosas activas comienzan a estirarse y a realizar trabajo negativo (Chmielewski et al., 2006; Markovic, 2012). Las unidades miotendinosas de los principales músculos motores y sinergistas (que en el caso de las extremidades inferiores generalmente son los músculos antigravitatorios), se estiran como resultado de la energía kinésica, la cual puede provenir de una acción precedente (ej. la caída de un salto previo), de una fuente externa (ej. la aproximación de un balón medicinal) o de una acción concéntrica de los músculos antagonistas (contramovimiento) (Chmielewski et al., 2006). El estiramiento muscular activo produce una respuesta neurofisiológica y biomécanica (Davies, Riemann y Manske, 2015)

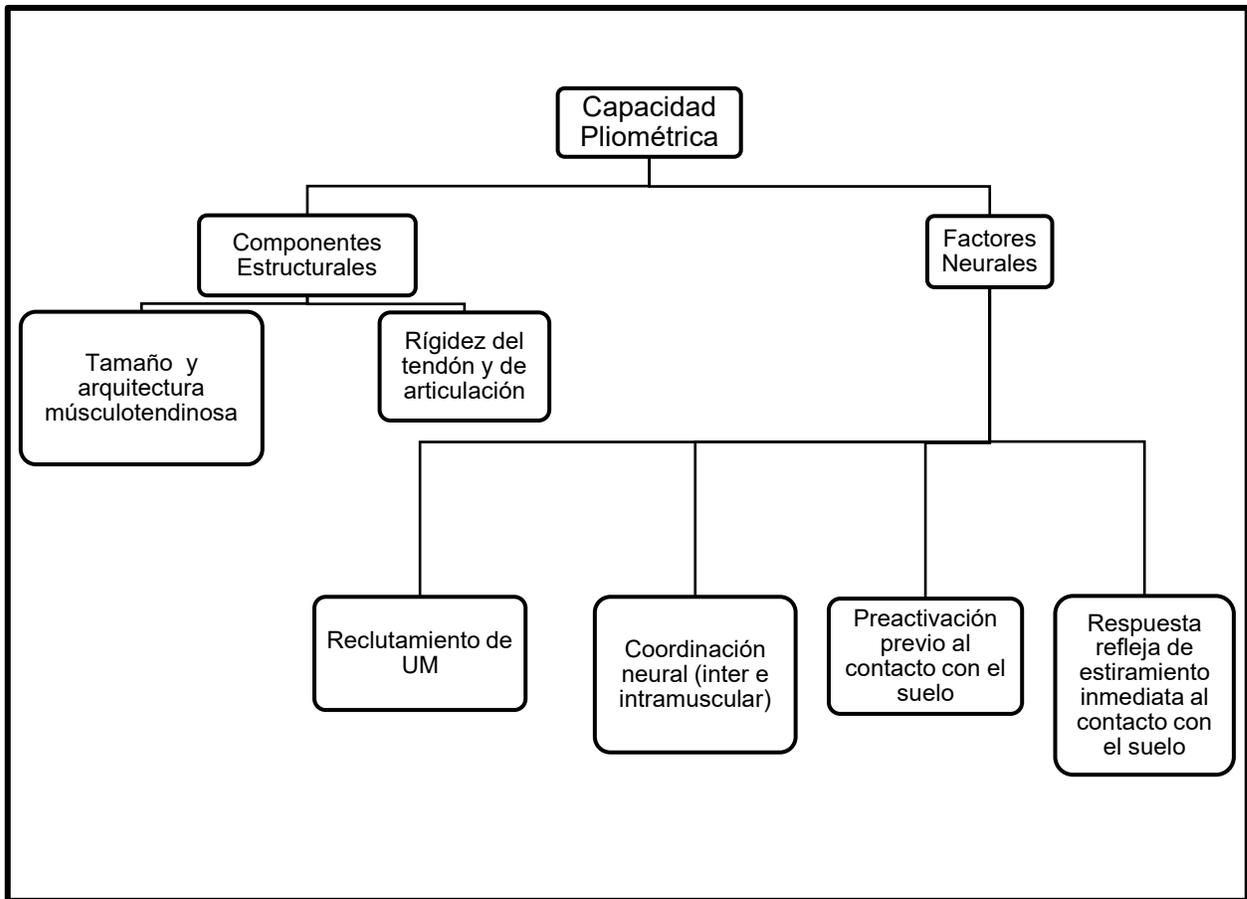
que se basa en tres mecanismos asociados al CEA: la “potenciación” muscular, el reflejo miotático o de estiramiento y el almacenamiento de energía potencial en los componentes elásticos en serie del músculo (Chmielewski et al., 2006). La potenciación muscular implica una alteración de las propiedades contráctiles del músculo que conlleva una mayor producción de fuerza. Cuando el músculo es estirado activamente ocurre tanto un incremento de la proporción de puentes cruzados ligados a la actina como una disminución de la tasa de desacople de dichos puentes (Chmielewski et al., 2006). La activación del reflejo miotático es resultado de la estimulación de los husos musculares. Cuando estos se estiran se produce un incremento de las señales nerviosas aferentes. La fuerza de la señal eferente desde la médula espinal depende de la tasa y la magnitud del estiramiento, de manera que cuanto más rápido y más intenso sea el estiramiento, más fuerte será la señal eferente neurológica y en consecuencia mayor será la contracción resultante (Davies, Riemann y Manske, 2015; Chmielewski et al., 2006). En cuanto al tercer mecanismo, aunque todas las partes de los componentes elásticos en serie se estiran cuando se carga la articulación, el tendón es el principal contribuyente de los cambios de longitud de las unidades miotendinosas y del almacenamiento de energía potencial elástica. Los Órganos Tendinosos de Golgi (OTG) que se hallan en los tendones, actúan mediante mecanismos reflejos para prevenir una tensión muscular excesiva, de manera que asisten modulando fuerzas durante el ejercicio pliométrico (Davies, Riemann y Manske, 2015). En consecuencia, uno de los propósitos del entrenamiento pliométrico sería el de incrementar la excitabilidad de los receptores neurológicos para mejorar la reactividad del sistema neuromuscular a la vez que desensibilizar los OTG (Davies, Riemann y Manske, 2015). El final de esta primera fase puede considerarse cuando el centro de masa alcanza su posición más baja, la velocidad del centro de masa se reduce a cero o cuando la curva de fuerza de reacción del suelo comienza a revertir la dirección (Chmielewski et al., 2006).

La segunda fase, denominada de acoplamiento o de amortización, refiere a la transición entre el final de la fase excéntrica de pre-estiramiento y el inicio de la fase concéntrica y se considera la fase clave del ejercicio pliométrico (Chmielewski et al., 2006; Davies, Riemann y Manske, 2015). Según Chmielewski et al. (2006) es un período de acción muscular “cuasi” isométrica en tanto la longitud de los fascículos prácticamente no se modifica en el momento en el que el ángulo de la articulación, la fuerza vertical de reacción del suelo o el centro de masa del cuerpo están a punto de cambiar de dirección. El tiempo de retardo que implica esta fase es necesario para superar el trabajo negativo de la primera fase, generar la producción de fuerza y acelerar la contracción muscular y el

retroceso elástico en la dirección del patrón de movimiento pliométrico (Davies, Riemann y Manske, 2015). Cuanto más corto sea el tiempo de amortización, más efectivo y potente será el movimiento. Por el contrario, si la transición no es continua y se prolonga demasiado, la energía acumulada se disipa en calor, el reflejo de estiramiento no se activa y el trabajo positivo de la acción concéntrica no resulta tan efectivo (Potach, 2004; Davies, Riemann y Manske, 2015). De esta manera, se pierden los beneficios del CEA y la actividad no podría considerarse pliométrica (Chmielewski et al., 2006).

Finalmente, la tercera fase, conocida como de descarga o concéntrica, ocurre inmediatamente después de la fase de acoplamiento e involucra el acortamiento de las unidades miotendinosas de los músculos motores y sinergistas (Markovic, 2012). Es la fase resultante de la potencia generada por los mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos durante la fase excéntrica, cuya interacción contribuye a una mayor eficiencia en la producción de fuerza (Chmielewski et al., 2006; Davies, Riemann y Manske, 2015).

Markovic (2012) sostiene que en varios CEA o ejercicios pliométricos puede reconocerse una cuarta fase de pre-activación de los músculos relevantes. Ella tiene un papel importante en la regulación de la rigidez muscular (“stiffness”) durante la fase excéntrica. Si bien es posible que una mayor rigidez favorezca el CEA, una unidad miotendinosa más dócil podría ser mejor en la medida que puede almacenar y liberar mayor energía elástica, así como también permite a las fibras musculares operar en una longitud óptima en el inicio del acortamiento del ciclo (Markovic y Mikulic, 2010). Cronin y Radnor (2019) sostienen que se ha demostrado que en una unidad miotendinosa más rígida favorece un mayor reflejo de estiramiento en niños, lo cual implicaría fases del CEA más cortas y un menor tiempo de contacto.



Cuadro 1. Componentes estructurales y factores neurales determinantes de la capacidad pliométrica (Lloyd et al., 2011)

En función del tiempo de contacto con el suelo, se pueden identificar acciones con un CEA lentas (>250 milisegundos) o rápidas (<250 milisegundos). Las acciones que involucran un CEA lento, como el CMJ, se caracterizan por grandes desplazamientos del centro de masa y largos desplazamientos angulares de las articulaciones de las caderas, rodillas y tobillos. Por el contrario, las acciones con un CEA rápido, como el DJ, implican desplazamientos más pequeños del centro de masa y de las articulaciones antes mencionadas (Cronin y Radnor, 2019). En este sentido, mientras que las primeras pueden producir mayores niveles de fuerza debido al mayor tiempo de contracción, las segundas promueven una mayor velocidad de movimiento mediante el uso de la energía elástica y la contribución del reflejo de estiramiento (Lloyd et al., 2011).

Los mecanismos vinculados al reflejo muscular y los componentes elásticos son sensibles al entrenamiento (Lloyd et al., 2011) y los programas de entrenamiento pliométrico se consideran apropiados para jóvenes deportistas en la medida en que sean

correctamente supervisados, e incluso puede ser fructuoso en bajo volumen y frecuencia (Bedoya et al., 2015).

2.2. Edad madurativa y rendimiento

A medida que un niño madura hacia la forma adulta, experimenta cambios en el cuerpo que repercuten en la función motora y suelen resultar en rendimientos físicos superiores (Méndez-Villanueva et al., 2010; Méndez-Villanueva et al., 2011; Paul et al., 2015) (Ilustración 1). En este sentido, debido a que la edad cronológica y la edad biológica madurativa no siempre progresan a un mismo ritmo, se debe considerar que cada jugador individualmente podría estar en (des)ventaja sobre el rendimiento en un determinado test debido a su estado madurativo y edad relativa (Paul et al., 2015). Por ejemplo, mientras que mejoras en la velocidad de carrera pueden ser producto de un programa de entrenamiento, también pueden deberse simplemente con cambios en el tamaño corporal como consecuencia del crecimiento y maduración (Méndez-Villanueva et al., 2010). Sin embargo, mientras que se sabe que la estatura, composición corporal y estado madurativo son determinantes en el rendimiento de la carrera, se desconoce su contribución específica en la aceleración, velocidad máxima y capacidad para repetir sprints en jóvenes futbolistas (Méndez-Villanueva et al., 2011). En el estudio de este último grupo de investigadores, se reportaron diferencias relativas a la edad cronológica en cuanto al rendimiento absoluto de esas tres cualidades de sprint antes mencionadas, pero cuando las edades cronológicas se relativizaban a la edad del PVC (pico de velocidad de crecimiento), esas diferencias desaparecían. El hecho de haber encontrado grandes correlaciones entre aceleración, velocidad máxima y capacidad para repetir sprints en todos los grupos etarios observados (U-18, U-16 y U-14), y la desaparición de las diferencias al ajustarse al PVC, permitió concluir a los investigadores que estas cualidades físicas en jóvenes futbolistas entrenados podrían considerarse una cualidad general, que probablemente se relacione a adaptaciones cualitativas que acompañan la maduración (Villa-Méndez et al., 2011).

Cronin y Radnor (2019) sostienen que el rendimiento del CEA mejora de manera no-lineal con la edad en varias tareas de saltos. El rendimiento del CEA depende de una efectiva función neuromuscular, requiriendo una interacción eficiente entre los sistemas neural y muscular, y la estructura de la unidad miotendinosa (Radnor et al., 2018). En relación al CEA lento, las investigaciones han mostrado que existen períodos naturales de desarrollo acelerado entre los 10-11 años y 12-13 años. Incrementos similares relacionados a la edad se han reportado para el CEA rápido durante la niñez y adolescencia, con

períodos de adaptación acelerada entre los 10-11, 13-14 y 15-16 años para el índice de fuerza reactiva (Cronin y Radnor, 2019).

Tanto los factores estructurales como los neurales se desarrollan naturalmente desde la niñez a la adultez, permitiéndoles una regulación neuromuscular más efectiva del CEA (Cronin y Radnor, 2019) (Ilustración 1).

En cuanto a los componentes estructurales, teniendo en cuenta que el área de sección transversal del músculo es un fuerte predictor de la producción de fuerza concéntrica en niños, el aumento del tamaño muscular que acompaña al crecimiento podría implicar una posible mejora en los niveles de fuerza, tanto en la fase concéntrica como excéntrica del CEA (Cronin y Radnor, 2019). En lo que refiere a la arquitectura del músculo, tanto la longitud de los fascículos como el ángulo de peneación incrementan como resultado de los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración. Una mayor longitud de los fascículos musculares resulta en una mejor capacidad para producir fuerza a velocidades de acortamiento mayores debido a un incremento en el número de sarcómeros en serie (Cronin y Radnor, 2019). El aumento del ángulo de peneación conlleva una mayor área fisiológica de sección transversal² y con ello un mayor número de elementos contráctiles unidos a la aponeurosis o tendón, incrementando así la capacidad para producir fuerza (Radnor et al., 2018). Un aumento en el ángulo de peneación durante una contracción implica que los fascículos se acortan menos que el músculo en su totalidad, permitiendo acortamientos fasciculares más lentos en relación al músculo completo en un proceso conocido como “gearing” (Cronin y Radnor, 2019). Este proceso permite al músculo operar en una región más óptima de su curva de fuerza-velocidad y trabajar en una región favorable de su curva de fuerza-longitud durante un período mayor, favoreciendo una mayor tasa de producción de fuerza sin impactar en la capacidad para producir movimientos rápidos (Radnor et al., 2018). Finalmente, el desarrollo de los tendones durante la niñez y adolescencia implican aumentos en su rigidez, afectando el tiempo entre la activación muscular y la producción de fuerza y resultando en un mayor rendimiento del CEA (Cronin y Radnor, 2019).

En relación a los factores neurales, los más jóvenes presentan mayores mecanismos inhibidores y una eficiencia neuromuscular reducida, mayores niveles de activación de los antagonistas inmediatamente después del contacto con el suelo y una

² El área fisiológica de sección transversal se diferencia del área anatómica de sección transversal en tanto la primera incluye todos los sarcómeros en paralelo y teóricamente representa la suma de las áreas de sección transversal de todas las fibras musculares de un músculo (Radnor et al., 2018).

menor respuesta del reflejo de estiramiento comparado con los adultos (Lloyd et al., 2011). El estudio de Michailidis et al. (2013) con pre-púberes concluye que, debido a los bajos niveles de testosterona sanguínea propios de la edad madurativa, las mejoras obtenidas por el programa de entrenamiento se deben principalmente a adaptaciones neuromusculares. En tanto la actividad del CEA depende de una regulación neural eficiente, y dado que la pre-pubertad es un período durante el cual los niños experimentan una importante maduración del sistema nervioso, la alta demanda del entrenamiento pliométrico podría implicar un estímulo que coincide con la respuesta natural de niños en esas edades (Cronin y Radnor, 2019). Esta combinación positiva entre las adaptaciones del entrenamiento y de los procesos naturales de desarrollo y maduración se conoce con el nombre de “adaptación sinérgica”, que también ha sido demostrada en la capacidad de sprint (Cronin y Radnor, 2019).

Dadas las diferencias existentes como producto de la maduración en el CEA y, por lo tanto, en las acciones que involucren esta actividad, se hace necesario relativizar los valores de rendimiento antes que considerarlos como absolutos, para conocer de manera más acertada los cambios que son realmente producto de un proceso de entrenamiento (Méndez-Villanueva et al., 2010).

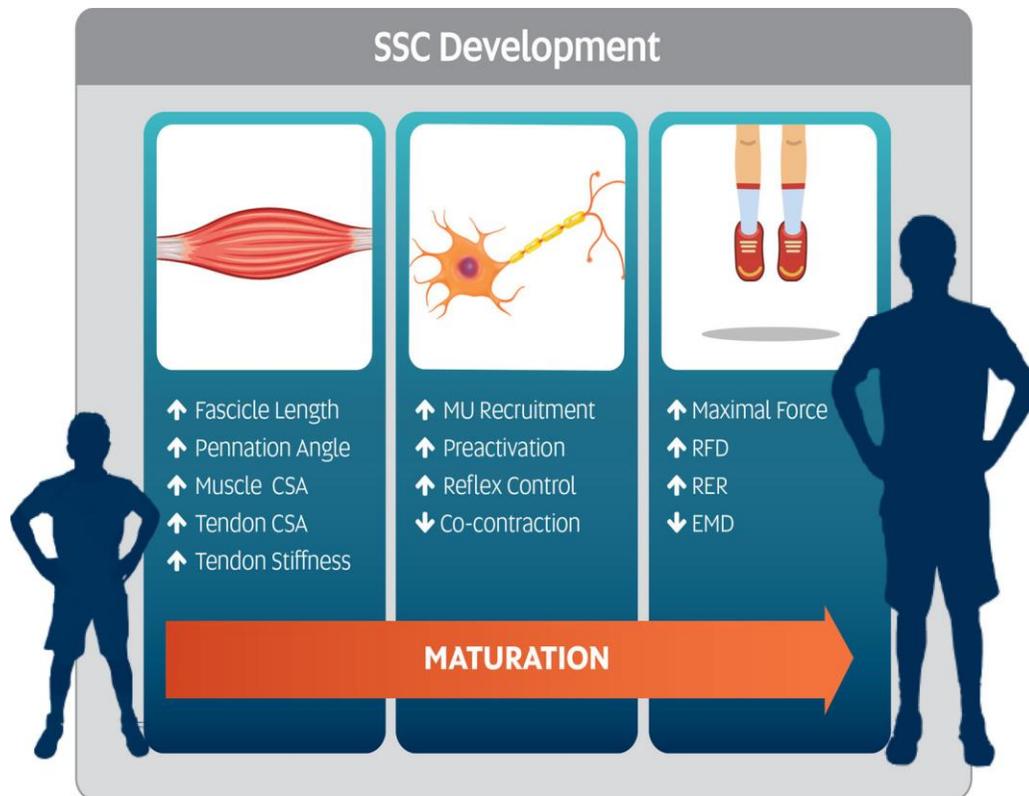


Ilustración 1. Representación visual de los principales mecanismos vinculados al crecimiento y maduración en relación a la función del CEA. CSA: área de sección transversal; EMD: retraso electromagnético; MU: unidad motora; RFD: tasa de desarrollo de fuerza; SSC: ciclo de estiramiento-acortamiento; RER: tasa de aumento electromiográfico; Fascicle Length: longitud de los fascículos; Pennation Angle: ángulo de peneación; Muscle: músculo; Tendon: tendón; Stiffness: rigidez; Recruitment: reclutamiento; Preactivation: preactivación; Reflex Control: control reflejo; Co-contraction: co-contracción; Máximal force: fuerza máxima. Extraído de Radnor et al. (2018).

2.3. Intensidad del entrenamiento pliométrico

En el ejercicio pliométrico, la intensidad está determinada por la cantidad de estrés que deben soportar las unidades miotendinosas (músculos y tejidos conectivos) y articulaciones, y por lo tanto depende en gran medida de los ejercicios seleccionados y de la altura o distancia cubierta (Potach, 2004; Lloyd et al., 2011). Cronin y Radnor (2019) sostienen que antes de comenzar un programa pliométrico, los deportistas deben ser técnicamente competentes en términos de patrones de movimiento y tener determinados niveles de fuerza, incluyendo altos niveles de fuerza excéntrica, que le permitan tolerar las fuerzas de los aterrizajes. Sin embargo, resaltan los mismos autores, si bien las consideraciones previas se consideran para esfuerzos máximos, gran parte de la actividad física que realizan los jóvenes son de naturaleza pliométrica.

Potach (2004) sostiene que la intensidad de los ejercicios pliométricos va desde el skipping hasta los depth jumps, implicando estos últimos un estrés significativo en los

músculos y articulaciones agonistas. Michailidis et al. (2013) sostienen que ejercicios de alta intensidad como los depth jumps podrían ser contraindicados en adolescentes por el alto riesgo de lesión sobre los cartílagos de crecimiento que pueden resultar en discrepancias de la longitud de las piernas y por su asociación al daño muscular y tendinoso. Por su parte, Davies, Riemann y Manske (2015), consideran que ejercicios como los saltos bipodales a un cajón son de baja intensidad, mientras que saltos unipodales desde un cajón son intensos. Según Bompa (2006), los ejercicios pliométricos pueden categorizarse en dos grupos principales según el grado de impacto que ejercen sobre el sistema neuromuscular. Ejercicios de bajo impacto incluyen skipping, saltos sobre una cuerda o bancos bajos de 25 a 35 cm de altura, entre otros. Mientras que ejercicios de alto impacto son saltos de longitud, saltos sobre una cuerda o bancos de ≥ 35 cm, saltos sobre, por encima y desde cajones ≥ 35 cm, saltos desde una altura y saltos reactivos, entre otros (Bompa, 2006).

La superficie en la que se realiza el ejercicio pliométrico influye en la intensidad en tanto una superficie de aterrizaje blanda podría potencialmente reducir la carga mecánica en el sistema músculo-esquelético (Ramírez-Campillo et al., 2013). Si bien se recomienda evitar las superficies rígidas por el riesgo de lesión articular que implican (Lloyd et al., 2011; Bedoya et al., 2015), pueden utilizarse si se realiza un volumen bajo óptimo (Ramírez-Campillo et al., 2013).

Cronin y Radnor (2019) proponen cuatro grupos de ejercicios pliométricos a modo de progresión, basados en la velocidad del CEA y en la carga excéntrica soportada durante el impacto:

1. Lento y bajo impacto: ejercicios introductorios como saltos al cajón o salto en largo, en donde el foco está puesto en la mecánica del salto y aterrizaje con baja carga excéntrica y largos tiempos de contacto con el suelo.
2. Lento y alto impacto: sobrecarga del CEA lento, con alturas de caída mayores (depth jumps), carga adicional o ejercicios unilaterales, en donde el foco está en desarrollar altos niveles de fuerza, con largos tiempos de contacto con el suelo.
3. Rápido y bajo impacto: introducción a ejercicios de CEA rápido (saltos de tobillo/gemelos), en donde se enfatiza enseñar al deportista a prepararse/preactivarse para el contacto con el suelo, y reduciendo el tiempo del mismo durante los rebotes.
4. Rápido y alto impacto: sobrecarga del CEA rápido, con alturas de caídas mayores (vallas), mayor velocidad y ejercicios unilaterales, requiriendo que el

deportista supere una gran carga excéntrica durante el aterrizaje y rebote con un mínimo tiempo de contacto con el suelo.

En cuanto a la progresión en intensidad, primero debería asegurarse una técnica apropiada para prevenir lesiones (Potach, 2004; Lloyd et al., 2011). Bedoya et al (2015) recomiendan que los ejercicios sean sin sobrecarga, utilizando únicamente el peso corporal. Además, el meta-análisis de Sáez-Sáez de Villareal et al. (2009) sugiere que el uso de pesos adicionales no sólo no produce mayores ganancias significativas en el rendimiento comparado con el entrenamiento sin sobrecarga, sino que incluso aumenta el tiempo de contacto con el suelo haciendo menos efectivo el CEA. Esto es importante teniendo en cuenta que la velocidad del movimiento y la potencia producida determinan o no si se obtendrá la adaptación deseada (McNeely, 2005). En este sentido, este último investigador sostiene que todas las repeticiones en el entrenamiento pliométrico deben ser realizadas al máximo de velocidad y potencia, ya que cualquier disminución reduce la respuesta del CEA y el efecto pliométrico del movimiento.

2.4. Volumen y frecuencia del entrenamiento pliométrico

El volumen refiere al trabajo total realizado en una sesión o ciclo de entrenamiento. En el caso del entrenamiento pliométrico, el volumen suele medirse en función del número de repeticiones y series de la actividad específica y, en particular, cuando se trata de miembros inferiores suele utilizarse como indicador el número de saltos o de contactos con el suelo (Potach, 2004; Lloyd et al., 2011; Davies, Riemann y Manske, 2015). Chmielewski et al. (2006) critican el hecho de que las recomendaciones en cuanto al volumen se basen en única variable, haciendo referencia, como ejemplo, a un artículo en el que la única variable considerada es la intensidad y por la que se sugiere que 400 contactos serían considerados apropiados para ejercicios de baja intensidad, 350 contactos para moderada intensidad y 300 y 200 para alta y muy alta intensidad, respectivamente. Evidentemente, estos volúmenes no podrían ser utilizados por igual para cualquier población. Al establecer el volumen y progresión de un programa de entrenamiento, se debería tener en cuenta, además de la intensidad de los ejercicios, otras características de los sujetos como pueden ser su edad, género o deporte al que se dedica, pero especialmente es importante tener en cuenta su experiencia en este tipo de entrenamiento y la correcta ejecución de los ejercicios en tanto la calidad de la técnica es más relevante que la cantidad de saltos realizados (Chmielewski et al., 2006; Lloyd et al., 2011; Bedoya et al., 2015).

Aunque no estrictamente realizado sobre jóvenes deportistas, los resultados del meta-análisis de Sáez-Sáez de Villareal et al. (2009) muestran que programas de

entrenamiento pliométrico de 10 semanas son más beneficiosos que programas similares de menor duración. De manera similar, sugieren programas con más de 20 sesiones y más de 50 saltos por sesión. El mismo estudio sugiere también la existencia de un umbral mínimo de volumen a partir del cual, incrementos en el volumen no implicarían mayores beneficios en el rendimiento.

Por su parte, el meta-análisis de Bedoya et al. (2015) sugiere programas de entre 8 y 10 semanas, con una progresión en el número de contactos por sesión desde 50-60 hasta no más de 80-120 para jóvenes futbolistas y prevenir así lesiones por sobreuso. Sin embargo, se han obtenido también beneficios con programas más cortos de entre 6 y 8 semanas (Ramírez-Campillo et al., 2014; Ramírez-Campillo et al., 2015a; Negra et al. 2018; Chaabene y Negra 2017; Bouguezzi et al., 2018; Negra et al. 2017a; Negra et al. 2017b; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c).

En los programas de entrenamiento de 8 semanas de duración, los estudios observados completaron un volumen total que va desde 379 saltos (Granacher et al, 2015) a 1360 saltos (Negra et al., 2017b), con la particularidad del estudio de Chaabene y Negra (2017), en el que el grupo de alto volumen completó 2560 contactos. Los dos programas de 7 semanas realizaron un volumen de 840 saltos (Ramírez-Campillo et al., 2014a; Ramírez-Campillo et al., 2014b). Los estudios de 6 semanas de duración, utilizaron volúmenes entre 1440 saltos (Ramírez-Campillo et al., 2015c) y 2160 saltos (Ramírez-Campillo et al., 2015a; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c). En particular, el estudio de Ramírez-Campillo et al. (2019) utilizó un volumen de 1008 saltos en cada período de 6 semanas.

Las recomendaciones de Bedoya et al. (2015) sugieren comenzar con 2-4 series de 6-15 repeticiones con tres o cuatro ejercicios. Sin embargo, si bien la cantidad de ejercicios en los estudios observados es similar (entre 1 y 4 ejercicios), su dosificación es muy variable. A modo general, los estudios comenzaron con 2-5 series de 4-10 repeticiones progresado a 2-12 series de 8-15 repeticiones, con excepción del estudio de Chaabene y Negra (2017), en donde el grupo de alto volumen comienza con 9 series de 12 repeticiones y termina con 14 series de 15 repeticiones. Esta variabilidad en la dosificación es lógica en cierto modo, en tanto depende de los objetivos de los estudios, de las características de los sujetos y de la cantidad e intensidad de ejercicios elegidos. Una descripción más detallada de los programas realizados por los distintos estudios puede encontrarse en el ANEXO (tabla 7).

En cuanto a la frecuencia, referida esta como la cantidad de sesiones semanales, las investigaciones acerca de los valores óptimos son limitadas y suelen focalizarse más en la recuperación entre sesiones (Potach, 2004). Sin embargo, la mayoría de los estudios encontrados coinciden en la realización de dos sesiones semanales como sugieren varios autores (McNeely, 2005; Meira y Brumitt, 2005; Lloyd et al. 2011; Bedoya et al., 2015). El descanso entre las sesiones en los estudios es de un mínimo de 48 hs (Meylan y Malatesta, 2009; Ramírez-Campillo et al., 2014a; Ramírez-Campillo et al., 2014b; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c; Ramírez-Campillo et al., 2019) y de 72 hs (Michailidis et al., 2013; Negra et al., 2018; Chaabene y Negra, 2017; Bouguezzi et al., 2018; Negra et al., 2017a; Negra et al., 2017b; Asadi et al., 2018). El estudio de Granacher et al. (2015) sólo aclara que los entrenamientos son en días alternados, pero no aclara el tiempo entre una sesión y otra. En algunos estudios también se consideró una distancia de 48 hs entre el día de competición y la primera sesión semanal (Negra et al., 2017a; Bouguezzi et al., 2018; Negra et al., 2018).

Es de considerar el estudio de Bouguezzi et al. (2018), en el que se encontró mejoras similares entre un grupo que entrenó una vez por semana y otro que lo hizo dos veces por semana. En el estudio, ambos grupos completaron el mismo volumen semanal durante 8 semanas, comenzando con 50 y 25 saltos por sesión para el primer y segundo grupo, respectivamente. Los autores concluyen en su estudio que, desde un punto de vista práctico, la utilización de una única sesión semanal es más recomendable que dos sesiones semanales debido a que permite aprovechar el tiempo de lo que sería la segunda sesión para trabajar otros aspectos técnico-tácticos, y porque, si bien ambos programas son seguros en relación al aspecto lesivo, una sesión semanal evita exponer a los jugadores a un mayor riesgo de lesión por entrenamiento adicional (entendiendo que dos sesiones semanales implican una mayor carga sobre el sistema musculoesquelético). Aunque este estudio podría sugerir que es el volumen total más que la frecuencia semanal lo que determina los efectos del entrenamiento, hay que considerar que uno de los factores importantes de la frecuencia como variable de programación radica en la distribución de las cargas para disminuir el riesgo de lesión. En este sentido, el programa de entrenamiento que realiza Bouguezzi et al. (2018) está dentro de los límites de las recomendaciones antes mencionadas en cuanto al volumen por sesión y por ello se considera seguro. Sin embargo, ante volúmenes semanales mayores puede que no sea recomendable realizarlos en una única sesión.

2.5. Pausas y densidad del entrenamiento pliométrico

La densidad de trabajo para ejercicios pliométricos depende de la intensidad del ejercicio y del sistema energético usado (Chmielewski et al., 2006). Habiendo ya tratado la cuestión de la intensidad en los ejercicios pliométricos, desde un punto de vista energético, los ejercicios de corta duración y muy elevada intensidad, como los saltos o un sprint, precisan un aporte inmediato de una alta tasa de energía. Esta energía procede casi exclusivamente de las escasas reservas de fosfágenos intramusculares, ATP y PC (Chicharro y Vaquero, 2006). Si bien las reservas de ATP se agotarían teóricamente después de 0,5" de un esfuerzo máximo, el acoplamiento entre el sistema de ATP y PC posibilita que la PC disminuya su concentración y sólo cuando está próximo a su agotamiento se produce una disminución de las reservas de ATP, de manera que cuando la concentración de PC ha descendido un 90%, la de ATP sólo lo ha hecho en un 10% (Chicharro y Vaquero, 2006). Se ha sugerido que las reservas de PC muscular proveen energía suficiente para un sprint máximo de 5" (Spencer et al., 2005). Sin embargo, debido a la considerable contribución de la glucólisis anaeróbica y del metabolismo aeróbico en la reposición de ATP durante ejercicios de sprint máximos y cortos, las reservas de PC usualmente no se agotan completamente en ese tiempo (Spencer et al., 2005).

Billiat (2002) sostiene que la capacidad para movilizar y resintetizar PC está íntimamente ligada a la potencia muscular, por lo que una caída en la potencia de esfuerzos repetidos podría explicarse a partir del descenso de la contribución absoluta de la PC a la resíntesis total de ATP (Spencer et al., 2005). En este sentido, la capacidad para resintetizar la PC durante las pausas podría ser un factor importante para mantener el rendimiento en acciones explosivas repetidas (Bishop et al., 2011; Girard et al., 2011; Glaister, 2008 citado por Dupont et al., 2010). De allí que la participación del metabolismo de la PC en la producción de potencia dependerá de los tiempos de recuperación entre dos acciones máximas y/o del volumen total de trabajo o número de repeticiones realizadas previamente (Álvarez et al., 2006).

El grado en que se produce la caída en la concentración de PC depende principalmente de la intensidad de la contracción muscular (McMahon y Jenkins, 2002) y cuanto mayor sea la degradación de la PC, mayor tiempo se requerirá para la completa repleción dado que la resíntesis comienza desde niveles más bajos (Spencer et al., 2005). Sin embargo, luego de una sustancial depleción, la tasa inicial de resíntesis de PC es mayor (Spencer et al., 2005).

En lo que refiere a la depleción de los fosfágenos, según Bompa (2007), esfuerzos de 30" de duración consumen 50% de los mismos, mientras que esfuerzos de 60", 90", 120", 150" y 180" consumen un 75%, 87%, 93%, 97% y 98% de los valores de reposo, respectivamente. En esfuerzos menores a 10" la cantidad de fosfágenos consumidos es mínima (Bompa, 2007). En un único sprint máximo de 6", los depósitos de PC pueden reducirse entre un 35-55% respecto de los valores de reposo (Girard et al, 2011; Spencer et al., 2005), mientras que la depleción en el estudio de Hultman y Sjoholm (1983, citados por Spencer et al., 2005) por electro estimulación (50 Hz) durante 2.5-s fue del 26%.

En relación a la resíntesis del sistema ATP-PC, la restauración de los fosfágenos es rápida, regenerando un 50-70% en los primeros 20 a 30" y se completa entre los 3-5' (Beachle y Earle, 2007; Bompa, 2007). Sin embargo, la restitución de los depósitos de fosfocreatina es más lenta, de manera que, por lo general, a los 2' se ha restituido un 85%, en 4' un 90% y en 8' de recuperación un 97% (Bompa, 2007).

En función de estos datos, en el caso de un salto, cuya duración no excede el segundo (incluyendo tiempo de esfuerzo para el despegue más el tiempo de esfuerzo para la caída, pero no el tiempo en fase de vuelo), la depleción de PC debería ser pequeña y menor debería ser la de ATP. Por lo tanto, la recuperación antes de un segundo salto no requeriría más de unos pocos segundos para mantener el rendimiento. Así sugieren algunos autores quienes proponen pausas de 5-10" entre repeticiones (Potach, 2004; McNeely, 2005) y densidades de 1:5-1:10 (Meira y Brumitt, 2005; Chmielewski et al., 2006). Chmielewski et al. (2006) sostiene que para ejercicios de baja intensidad podrían usarse densidades más bajas como pueden ser 1:1 y 1:2. En la literatura encontrada, pocos son los programas de entrenamiento que expresaban la duración de las pausas entre repeticiones. Entre los que sí las mencionaban utilizaron pausas de 5" (Ramírez-Campillo et al, 2019), de 7" (Asadi et al., 2018) y de 15" (Ramírez-Campillo et al, 2014a; Ramírez-Campillo et al., 2014b; Ramírez-Campillo et al, 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c).

Las pausas entre series, además de depender de la intensidad del ejercicio, dependen de la cantidad de repeticiones en cada una de las series, así como también de la orientación de la fuerza sobre la que se quiera trabajar. La literatura encontrada sugiere pausas de al menos 2' para ejercicios en los que predomine el sistema de los fosfágenos (Plisk, 1991; Bompa, 2007), que, como se dijo anteriormente, implicaría una restitución del 85%. Por otro lado, particularmente para el entrenamiento pliométrico, McNeely (2005) aconseja pausas de 60"-120" y Lloyd et al. (2011) recomiendan pausas de 60" a 180", mientras que Potach (2004) sugiere 2'-3' para depth jumps, considerando a estos saltos

como de alta intensidad. En el marco de estas recomendaciones, la mayoría de los estudios utilizan pausas de 60" (Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramirez – Campillo et al., 2015c) y de 90" (Meylan y Malatesta, 2009; Ramírez-Campillo et al, 2014; Chaabene y Negra, 2017; Negra et al, 2017a; Negra et al, 2017b; Negra et al, 2018; Bouguezzi et al, 2018), mientras que Asadi et al., (2018) y Granacher et al. (2015) utilizaron pausas de 2'.

El hecho de que los esfuerzos sean máximos, pero no agotadores, implica que la depleción producida por el ejercicio no sea completa y por lo tanto el tiempo para la repleción no tenga que alcanzar necesariamente los 120". Otros motivos por los cuales la mayoría de las pausas en los artículos no se extienden a los dos minutos sugeridos por Plisk (1991) y Bompa (2007) pueden encontrarse en los estudios de Ramírez-Campillo et al. (2014b) y Ramírez-Campillo et al. (2019). En el primero de ellos encontraron mejoras significativas similares con pausas entre series de 30", 60" y 120" en jóvenes deportistas de $10,4 \pm 2,3$ años. El segundo estudio, compara los efectos de pausas de 30" y de 120" en un grupo con jugadores prepuberales y en otro con jugadores pospuberales, obteniendo estos últimos mayores mejoras con pausas más largas. En conjunto, los estudios concluyen que jugadores más grandes requieren mayores tiempos de recuperación que jugadores más jóvenes para obtener mayores beneficios. Algunos factores que contribuyen a una recuperación más rápida en los jugadores jóvenes pueden ser: una menor masa muscular y capacidad absoluta para generar potencia, una menor capacidad para activar fibras rápidas, una mayor actividad muscular oxidativa y menor actividad glucolítica, mayor velocidad de resíntesis de fosfocreatina, menor acumulación y más rápida remoción de metabolitos y una mejor regulación del equilibrio ácido-base (Ramírez-Campillo et al., 2014b; Ramírez-Campillo et al., 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sujetos

Este estudio involucró un grupo de cuatro jugadores varones de la pre-novena división del Club Estudiantes de La Plata. La categoría entrena aproximadamente dos horas cuatro veces por semana (de martes a viernes) con competición en cancha de siete los sábados y en cancha de once los domingos.

Los jugadores fueron seleccionados según sus posibilidades de asistir al horario de las sesiones de entrenamiento sin intervenir en sus estudios escolares y en función del porcentaje de asistencia a los entrenamientos regulares del club. Para su participación en

el estudio se les pidió una autorización escrita a sus padres en la que se les informó acerca de los objetivos y procedimientos del estudio.

Los participantes entrenaban sistemáticamente en fútbol desde hacía 8-10 años. Sólo uno de los cuatro participantes estuvo lesionado en los últimos 8 meses (un golpe en la tibia y una distensión inguinal) pero entrenaba normalmente desde hacía 6 meses. En cuanto a su experiencia en entrenamiento de fuerza, dos de los jugadores tenían una corta experiencia dentro de gimnasios en años anteriores y uno entrenaba una vez por semana al momento del estudio.

No se les pidió a los jugadores que abandonaran ningún hábito por fuera de los entrenamientos.

Los cuatro jugadores fueron aleatoriamente separados en dos grupos: grupo de entrenamiento unipodal (GEU) y bipodal (GEB). En la tabla 1 se ofrece una descripción detallada de cada uno de ellos. El cálculo de la edad de madurativa se realizó mediante la fórmula propuesta por Moore et al. (2015).

	GEU		GEB	
	SJ 1	SJ2	SJ3	SJ4
Edad pre (años)	13,23	13,47	13,66	13,03
Edad pre promedio grupo (años)	13,4		13,3	
Edad post (años)	13,37	13,6	13,79	13,16
Edad post promedio grupo (años)	13,5		13,5	
Altura pre (cm)	171	152	161	171
Altura pre promedio grupo (cm)	161,5		166,0	
Altura post (cm)	173	153	163	173
Altura post promedio grupo (cm)	163,0		168,0	
Peso pre (kg)	59,5	45,8	44,3	51,5
Peso pre promedio grupo (kg)	52,7		47,9	
Peso post (kg)	60,6	47,5	45,3	50,3
Peso post promedio grupo (kg)	54,1		47,8	
Maturity offset pre (años)	0,17	-0,6	-0,06	0,05
Maturity offset pre promedio grupo (años)	-0,2		0,0	
EPVC pre (años)	13,06	14,07	13,72	12,98
EPVC pre promedio grupo (años)	13,6		13,4	
Maturity offset post (años)	0,36	-0,48	0,12	0,22
Maturity offset post promedio grupo (años)	-0,1		0,2	
EPVC post (años)	13,01	14,08	13,67	12,94
EPVC post promedio grupo (años)	13,5		13,3	

Tabla 1. Características de los grupos y sujetos. EPVC: edad de pico de velocidad de crecimiento. Maturity offset (MO): indica la distancia en años hasta la EPVC (un MO=1 significa que la persona está un año por encima de la EPVC). Pre: pre- período de entrenamiento. Post: post- período de entrenamiento. SJ1, SJ2; SJ3 y SJ4: sujetos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

3.2. Programa de entrenamiento

Los dos grupos experimentales (GEU y GEB) participaron en un programa de entrenamiento pliométrico de dos sesiones semanales previas al entrenamiento de fútbol con su equipo, con el cual entrenaban cuatro veces por semana. Las sesiones de entrenamiento se realizaron en el polideportivo del Club Estudiantes de La Plata, con suelo rígido, los días martes y jueves entre las 14.30 hs y las 15.30 hs. La sesión de los martes era 48 hs luego de la competencia en cancha de once, mientras que la de los jueves era 48 hs antes de la siguiente competencia en cancha de siete. El programa de entrenamiento se realizó durante nueve semanas sobre el final del período competitivo anual.

Para prevenir lesiones por sobreuso se realizó una progresión de 50 saltos por sesión en la primera semana hasta los 100 saltos por sesión en la sexta semana (Bedoya et al. 2015). Cada sesión tuvo una duración de entre 30-50' y consistió en la realización de 1-4 series x 4-7 repeticiones de 5 ejercicios pliométricos. La pausa entre repeticiones fue de 8" y entre series fue de 90". Una descripción detallada del programa de entrenamiento se da en la tabla 2.

El programa de acondicionamiento previo (8'-12') fue el mismo tanto para las evaluaciones como para las sesiones de entrenamiento y consistió en 5' de trote con movilidad articular (movilidad tren superior; circunducción de cadera hacia fuera y adentro; rotaciones de tronco; patadas frontales, laterales y posteriores), elongación dinámica (10 repeticiones a cada pierna de gemelos, aductores, cuádriceps, psoas, posteriores y glúteos), 2 series de 5 saltos submáximos abalakov, 2 series de 5 saltos horizontales y 5 aceleraciones máximas de 10 m.

		Series x Repeticiones					
Grupo	Ejercicios	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem5	Sem 6
GEB (n=2)	ABK vertical	2x5	2x6	2x7	4x4	3x6	4x5
	ABK lateral	2x5	2x6	2x7	4x4	3x6	4x5
	DJ vertical	2x5	2x6	2x7	4x4	3x6	4x5
	DJ lateral	2x5	2x6	2x7	4x4	3x6	4x5
	Salto horizontal	2x5	2x6	2x7	4x4	3x6	4x5
GEU (n=2)	ABK vertical	1x5	1x6	1x7	2x4	1x5+1x4	2x5
	ABK lateral	1x5	1x6	1x7	2x4	1x5+1x4	2x5
	DJ vertical	1x5	1x6	1x7	2x4	1x5+1x4	2x5
	DJ lateral	1x5	1x6	1x7	2x4	1x5+1x4	2x5
	Salto horizontal	1x5	1x6	1x7	2x4	1x5+1x4	2x5

Tabla 2. Programa de Entrenamiento de seis semanas. Las series y repeticiones del GEU refieren a cada pierna (ej. en la semana 1, realizaron 1x5 saltos de ABK con la pierna izquierda y 1x5 saltos con la derecha).

3.3. Evaluaciones

3.3.1. Mediciones antropométricas y estado madurativo

Se midió la estatura de los jugadores utilizando una cinta métrica de 3 m marca “Built”, Serie 500. Para ello se ubicaron descalzos apoyando los talones, espalda y cabeza contra la pared, manteniendo una postura relajada y con la vista paralela al piso. Luego se marcó la pared apenas por encima de la cabeza y se midió la distancia desde el suelo en línea recta hasta la marca.

Para evaluar el peso se utilizó una balanza digital marca ATMA, sobre la que los jugadores se pararon en ropa interior.

Para el cálculo de la edad madurativa se utilizó la fórmula de Moore et al. (2015) que sólo requiere conocer la edad y la estatura: Maturity offset (MO) = $-7,999994 + (0,0036124 \times (\text{edad} \times \text{altura}))$; $R^2 = 0,896$; $SEE = 0,542$.

3.3.2. Saltabilidad

Se evaluaron dos tipos de saltos: Drop Jump desde un cajón de 20 cm (del que se calculó el índice de fuerza reactiva) y Abalakov. Para estas evaluaciones se utilizó el software Winlaborat 5.0 con la plataforma de saltos Winlaborat (WLAC02 de 0,8x1,4 m;

Interfase WLIT04). Entre la evaluación del Drop Jump y el Abalakov los jugadores tuvieron una pausa de 3'-4'. En todas las evaluaciones los jugadores realizaron tres intentos.

3.3.2.1. *Drop Jump 20 cm (DJ20)*

Para esta evaluación los jugadores comenzaban parados encima de un cajón de 20 cm con las manos fijas en la cintura para luego dejarse caer sobre la plataforma. La consigna era intentar saltar lo más alto que pudieran con el menor tiempo de contacto posible. Durante el salto debían mantener una completa extensión de rodilla y tobillos hasta caer en la plataforma. Para las evaluaciones unipodales debían avanzar con la pierna evaluada, mientras que en la evaluación bipodal era indiferente con qué pierna avanzaran para dejarse caer.

Debido a las exigencias de estabilidad y coordinación, y con el fin de evitar algún posible efecto de fatiga sobre el rendimiento de la evaluación, se realizaron primero los tres intentos unipodales y luego los tres intentos bipodales. Entre cada intento se dieron 30" a 45" de pausa y 3'-4' entre cada tipo de salto.

3.3.2.2. *Índice de fuerza reactiva (RSI)*

A partir de la altura de los saltos unipodales y bipodales realizados en el DJ20 y del tiempo de contacto indicado por la plataforma para cada uno de ellos, se calculó el índice de fuerza reactiva utilizando la fórmula propuesta por Lloyd et al (2012) ($RSI = \text{altura} / \text{tiempo de contacto [mm/ms]}$).

3.3.2.3. *Abalakov (ABK)*

En este caso los jugadores comenzaban parados sobre la plataforma con los pies separados el ancho de caderas. La consigna, tanto para la evaluación bipodal como unipodal, era realizar rápidamente un contramovimiento y utilizar el impulso de sus brazos para buscar la máxima altura posible manteniendo rodillas y tobillos totalmente extendidos mientras se encontraban en el aire.

El orden de los tipos de saltos y las pausas fue el mismo que en el DJ20.

3.3.3. Aceleración inicial

Para evaluar la aceleración se utilizó el software Winlaborat 5.0 y fotocélulas inalámbricas Winlaborat (WLFT03; Interfase WLIT04). Se evaluó la capacidad de aceleración lineal en una recta de 10 m en la que se ubicaron las fotocélulas en tres puntos: a los 0, 5 y 10 m. Las mismas se colocaron a ~1 m del suelo para asegurar que capture el movimiento del tronco y no de algún miembro. Los participantes iniciaban su carrera

parados con un pie delante del otro a 30 cm de la primera fotocélula. Luego de la señal comenzaban la carrera cuando ellos quisieran y se hizo hincapié en que desaceleraran sólo después de haber pasado los 10 m y no antes.

Cada jugador realizó tres intentos, con pausas de 1'30" entre cada uno de ellos.

3.3.4. Cambio de dirección³

Utilizando las mismas fotocélulas que en el test de aceleración inicial, se evaluó el cambio de dirección con el test de agilidad 505. El mismo consiste en una carrera lineal de 15 m seguida de un cambio de dirección de 180° para regresar 5 m (recorriendo así un total de 20 m). Las fotocélulas se ubicaron a los 10 m de la línea de partida y a ~1 m del suelo. El tiempo evaluado es el que transcurre entre la primera y la segunda vez que el sujeto evaluado pasa por las fotocélulas; es decir, el tiempo que tarda en ir y volver los 5 m finales.

Cada jugador realizó tres intentos con pausas entre repeticiones de 1'30". Entre el test de aceleración y el test de cambio de dirección, los jugadores tuvieron una pausa de 3'-4'.

3.4. Procedimiento

Previo a las primeras mediciones, se realizaron dos sesiones de familiarización en las que se les explicaron y practicaron las evaluaciones. Pre- y post-entrenamiento se llevaron a cabo las evaluaciones vinculadas a la saltabilidad (DJ20 y ABK a una y dos piernas), aceleración (5 y 10 m) y cambio de dirección (test de agilidad 505).

En la primera sesión de evaluación (el día martes), se realizaron las mediciones de altura, peso y los test relacionados a la saltabilidad. Durante la segunda sesión de evaluación (el día jueves), se efectuaron los test de aceleración y cambio de dirección. La misma secuencia de evaluación se repitió la semana posterior a la finalización del entrenamiento.

Durante el período de entrenamiento ambos grupos completaron 850 saltos, debido a que la segunda sesión de la primera semana (50 saltos) tuvo que suspenderse por motivos personales de los participantes.

3.5. Análisis de datos

Los datos se analizaron a partir del promedio de cada grupo, pero dado que el tamaño de la muestra es muy pequeño se tuvieron en cuenta las diferencias individuales al

³ En tanto el concepto de agilidad implica un cambio de dirección, velocidad o modalidad en respuesta a un estímulo (Nimphius et al., 2018), y dado que el test 505 es una evaluación en la que el recorrido ya está predeterminado, creo que es más apropiado entenderlo como un test de cambio de dirección y no de agilidad.

interior de cada grupo para analizar los promedios. Dado que en un deporte como el fútbol interesa poder sostener los niveles de potencia antes que realizar un único esfuerzo máximo – y que, por lo tanto, el rendimiento de las capacidades está vinculada a la posibilidad de repetir la intensidad de los esfuerzos – además de considerar el mejor intento de cada jugador para el análisis, también se tomó el promedio de los tres intentos de cada jugador y el promedio de grupo considerando el promedio de cada jugador por separado.

Las conclusiones obtenidas a partir de los datos son sólo observaciones, desconociendo la significatividad de los resultados y, por lo tanto, no pudiendo sostener si las diferencias intragrupos e intergrupos se deben o no específicamente al período de entrenamiento y/o al tipo de entrenamiento realizado, a la diferencia en la edad madurativa antes y después del período, o a alguna otra variable desconocida.

4. RESULTADOS

4.1. Mediciones antropométricas y estado madurativo

En la tabla 1 se pueden observar los resultados y características de los sujetos y promedio de cada grupo. En los promedios entre grupos, las diferencias en la edad madurativa no son gran de magnitud (0,2 años) y se mantuvo la diferencia inicial luego del período de entrenamiento. Sin embargo, el GEU incluyó un jugador cuya edad estaba por debajo de su edad de pico de crecimiento (SJ2) tanto antes como después del período de entrenamiento, mientras que en el GEB finalizó con los dos integrantes por encima de dicha edad.

4.2. Saltabilidad

4.2.1. Drop Jump

4.2.1.1. Drop Jump con pierna izquierda

En los gráficos que consideran todos los intentos (gráfico 1) y en la tabla 3 se puede observar que en el DJ con pierna izquierda ambos grupos resultaron en mejoras del rendimiento. Los valores de todos los intentos a excepción de uno (SJ2, POST – 1: 17,4 cm), fueron superiores luego del entrenamiento.

El promedio del GEU fue mayor tanto antes como después del entrenamiento, pero el porcentaje de mejora fue mayor en el GEB (26,9% vs. 19,2%). Sin embargo, puede verse también que el SJ4 mostró una mejora mucho mayor que su compañero de grupo, mientras que la mejora de los jugadores del GEU fue similar.

Si observamos el gráfico del mejor intento de cada jugador (gráfico 2) y la tabla 4 se observa que todos mejoraron su rendimiento y tomando sólo este valor, fue el GEU el que

obtuvo un mayor porcentaje de mejora (25,7% vs 23,1%). Sin embargo, la diferencia porcentual entre los grupos no es tanta como cuando se toman los tres intentos de cada jugador (7,7% vs 2,6% tomando todos los intentos y tomando sólo el mejor, respectivamente).

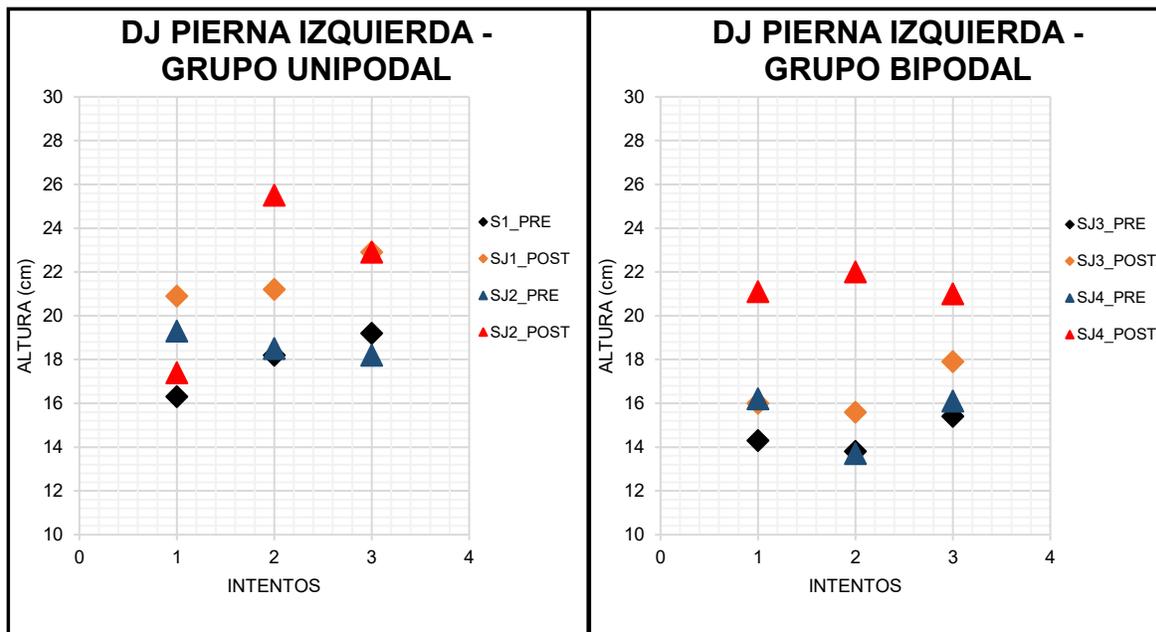


Gráfico 1. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el Drop Jump con pierna izquierda. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento bipodal.

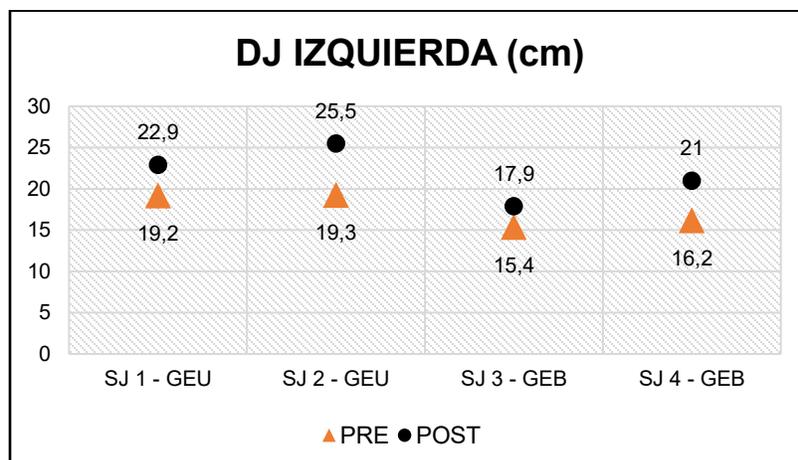


Gráfico 2. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el Drop Jump con pierna izquierda. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal.

4.2.1.2. Drop Jump con pierna derecha

De igual forma que en el DJ con pierna izquierda, se observa en el DJ con la pierna derecha que todos los intentos fueron superiores luego del entrenamiento para ambos grupos salvo en uno solo (SJ1, POST – 3: 17,9 cm) (gráfico 3). También en este caso el GEU mostró en promedio un mejor rendimiento que el GEB tanto antes como después del entrenamiento, pero a diferencia de la evaluación anterior el porcentaje de mejora fue sólo un 1,8% mayor en el GEU (tabla 3).

En esta evaluación los porcentajes individuales de mejora dentro de cada grupo fueron muy distintos, con una diferencia de 14,8% entre jugadores del GEU y de 28,7% entre jugadores del GEB (tabla 3).

Tomando sólo el mejor intento de cada jugador (tabla 4 y gráfico 4), se observa que todos tuvieron una mejora superior al 15% a excepción del SJ1, cuyo mejor valor se mantuvo prácticamente igual. En la tabla se puede observar que la mejora para el GEB fue mayor comparado con el GEU (21,3% vs. 13%).

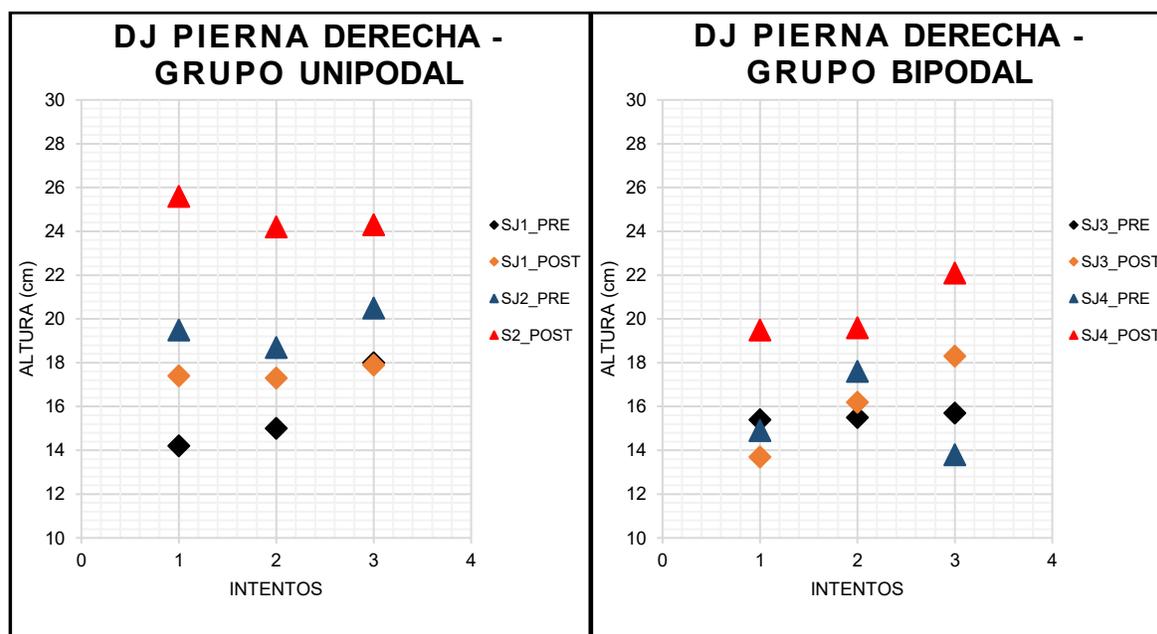


Gráfico 3. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el Drop Jump con pierna derecha. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento bipodal

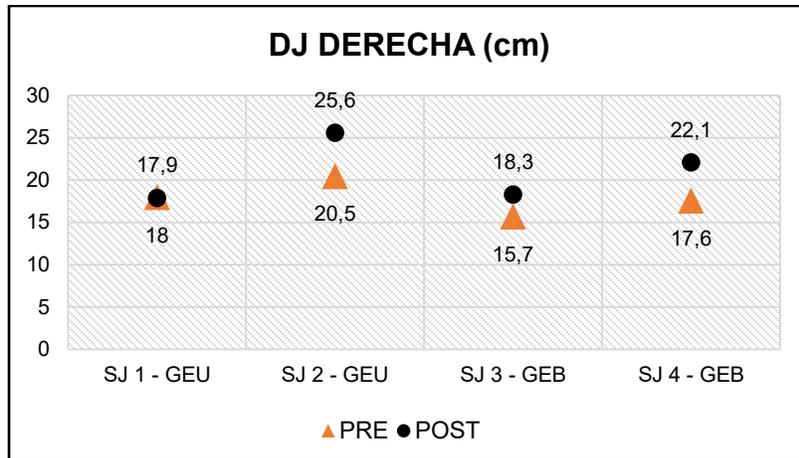


Gráfico 4. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el Drop Jump con pierna derecha. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.1.3. Drop Jump bipodal

En la tabla 3, se puede observar que, si bien el GEU obtuvo un mejor rendimiento en promedio tanto antes como después del entrenamiento, el GEB fue el que mayores mejoras mostró con una diferencia promedio de 6 cm y de 22% respecto de los valores iniciales. Estos datos se reflejan en los gráficos (gráfico 5) en donde se ve que la distancia entre los valores iniciales y finales es mayor en el GEB que en el GEU.

El porcentaje de mejora dentro de cada grupo fue heterogéneo, con una diferencia de 7.7% y 16.5% entre jugadores del GEU y del GEB respectivamente.

Tomando únicamente el mejor intento de cada jugador (tabla 4 y gráfico 6), todos los jugadores obtuvieron mejoras, pero la diferencia de mejora porcentual entre grupos se reduce de un 9,1% (tomando todos los intentos de los jugadores) a un 2,8%. También se reduce la diferencia de mejora porcentual entre los jugadores del GEB a un 4,2%, mientras que en el GEU la diferencia se incrementa a un 15,4%.

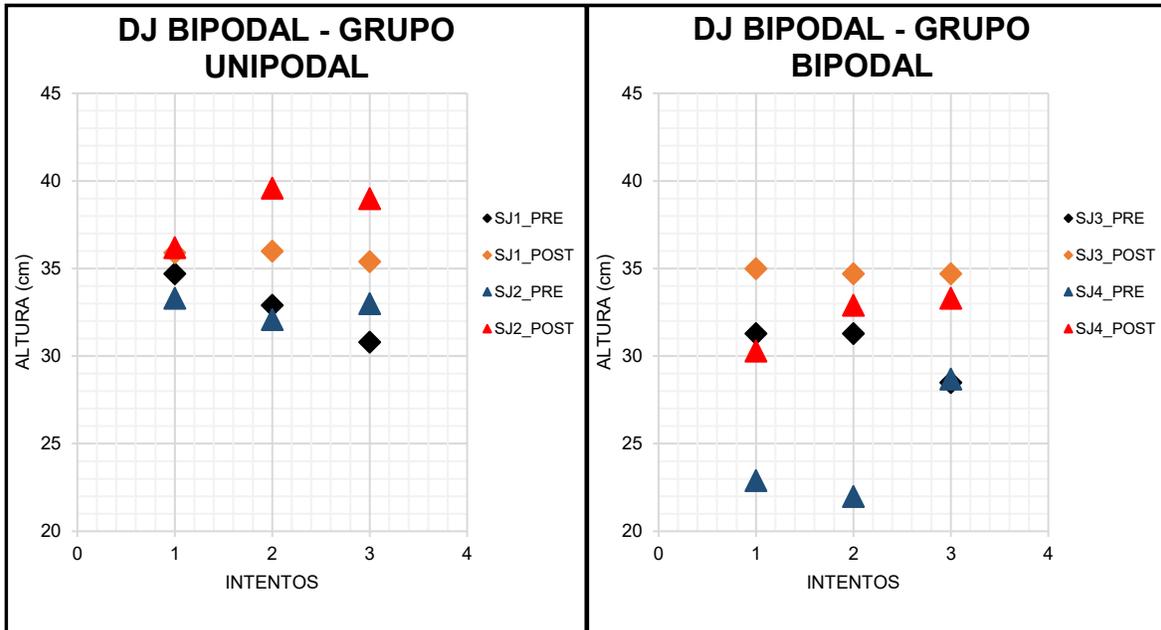


Gráfico 5. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el Drop Jump bipodal. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento bipodal

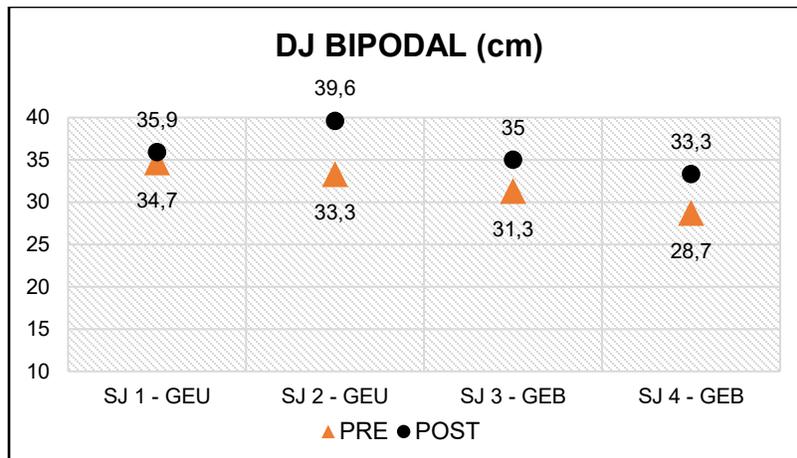


Gráfico 6. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el Drop Jump bipodal. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.2. Índice de fuerza reactiva

4.2.2.1. Índice de fuerza reactiva con pierna izquierda

Si se observa la tabla 3, el GEU presentó un mejor rendimiento inicial que el GEB, siendo la diferencia de los promedios de los grupos de 0,059 mm/ms. Luego del período de entrenamiento, la mejora del GEB permitió reducir dicha diferencia y alcanzar un rendimiento final similar al del GEU (0,607 mm/ms para el GEB vs. 0,604 mm/ms para el GEU). El porcentaje promedio de mejora del GEB fue un 22% mayor que el del GEU.

La mejora individual dentro de los grupos fue más homogénea en el GEB (diferencia de 0,042 mm/ms), mientras que en el GEU la diferencia fue de 0,121 mm/ms (de manera que el SJ2 duplica el rendimiento del SJ1: 0,225 mm/ms vs 0,104 mm/ms, respectivamente) (tabla 3 y gráfico 7).

Si se toma únicamente el mejor valor de cada jugador (tabla 4 y gráfico 8), la diferencia porcentual de mejora entre grupos se reduce de 22% a 11,5%. Sin embargo, la reducción de dicha diferencia se debe a la marcada mejora del SJ2 del GEU (mejora del 89,2%) y no tanto por una mejora homogénea del grupo.

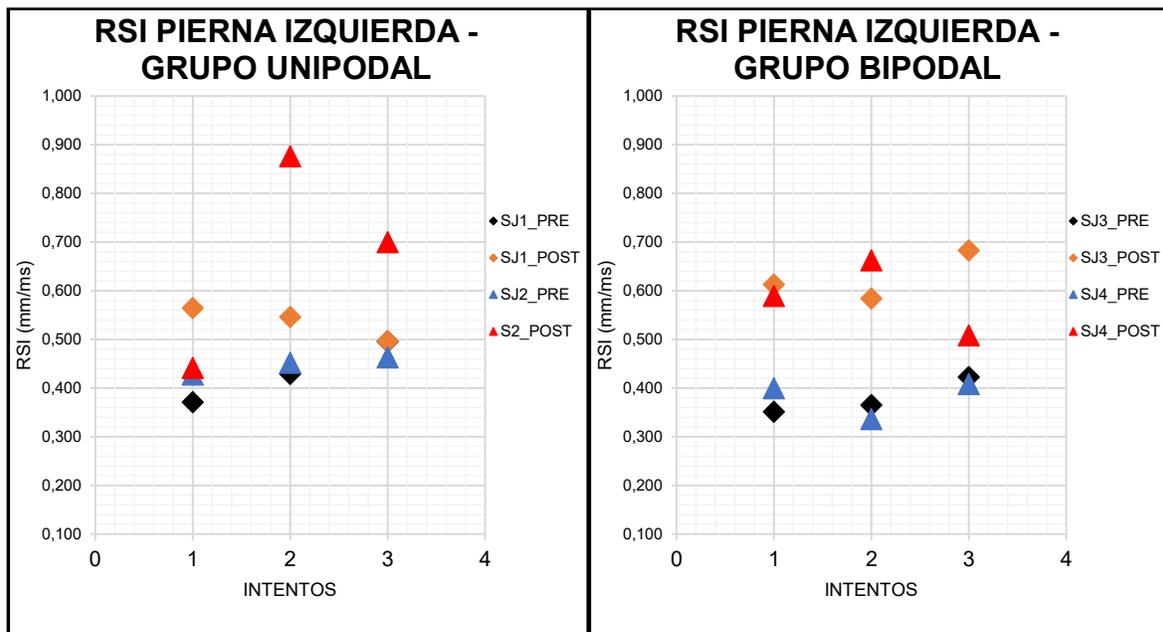


Gráfico 7. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el RSI con pierna izquierda. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento

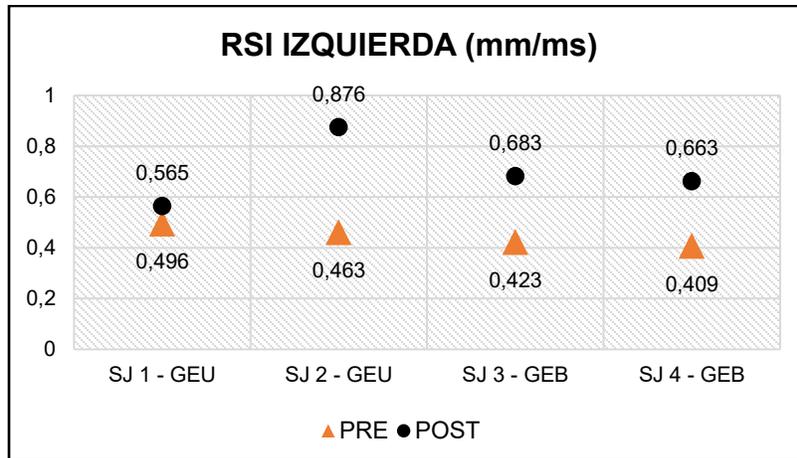


Gráfico 8. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el RSI con pierna izquierda. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.2.2. Índice de fuerza reactiva con pierna derecha

Al observar la tabla 3, nuevamente el GEU inició con un mejor rendimiento que el GEB. Sin embargo, a diferencia del RSI con izquierda, el GEU mantuvo el rendimiento superior, con una diferencia de 0,033 mm/ms al inicio y 0,072 mm/ms al final respecto del GEB. Estos resultados se evidencian al considerar el promedio de mejora porcentual de los grupos, siendo dicho promedio de 40,9% para el GEU y de 34,3% para el GEB. También se puede observar esta relación en el gráfico 9, en donde los valores del GEB se hallan más cercanos que los del GEU.

En ambos grupos la mejora porcentual individual fue heterogénea, siendo las diferencias entre jugadores cercanas al doble respecto de la menor mejora (24,4% vs. 53,4% en el GEU y 24,6% vs. 45,5% en el GEB). Estas diferencias en las mejoras hicieron que los jugadores del GEB emparejaran su rendimiento promedio final (0,057 mm/ms al inicio vs. 0,005 mm/ms al final), mientras que en el GEU se amplió la diferencia promedio inicial entre ambos jugadores (0,12 mm/ms al inicio vs 0,289 mm/ms al final).

Si se toma sólo el mejor intento de cada jugador (tabla 4 y gráfico 10), se observa que la heterogeneidad de los resultados finales del GEB prácticamente desaparece, siendo la diferencia de mejora entre el SJ3 y SJ4 sólo de 0,4%. Mientras que en el GEU la diferencia porcentual de mejora se mantuvo cercana al doble (26,5% vs. 47,6%). Además, a diferencia de lo que sucedía tomando todos los intentos de los jugadores, si se considera sólo el mejor valor, el GEB obtuvo un promedio de mejora superior que el GEU (41,2% vs 38,4%).

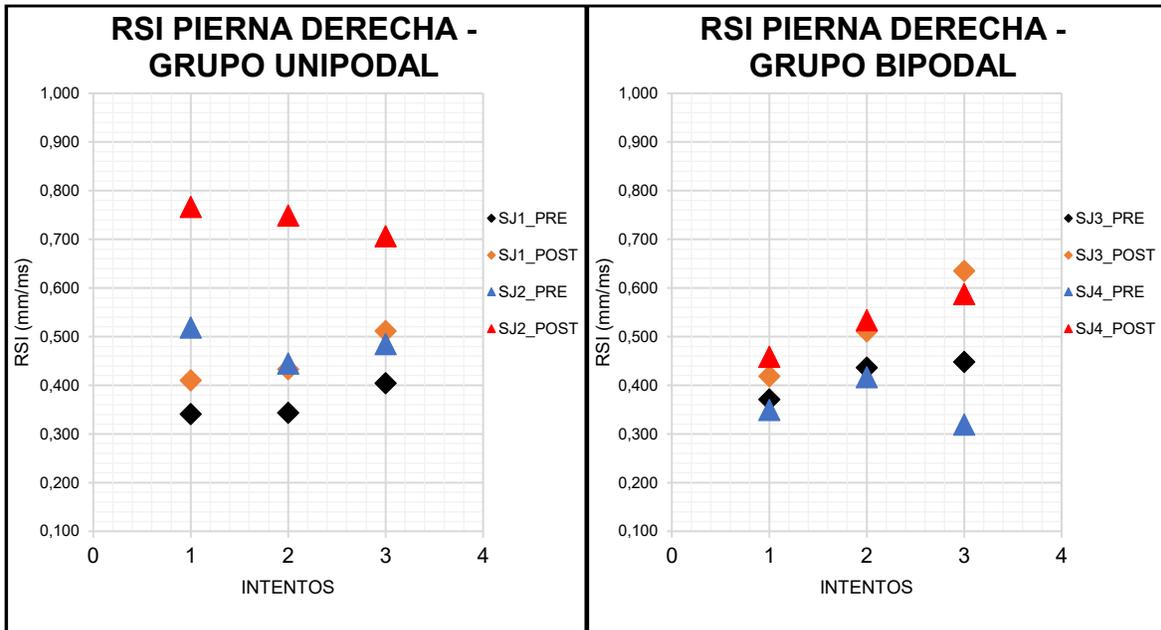


Gráfico 9. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el RSI con pierna derecha. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento

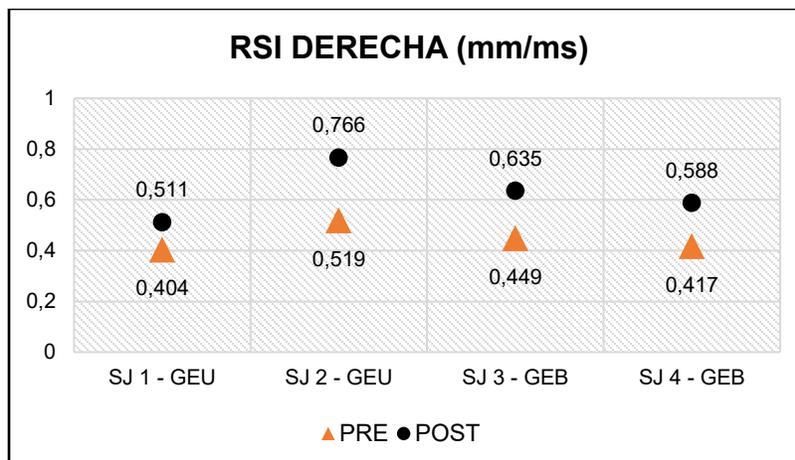


Gráfico 10. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el RSI con pierna derecha. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.2.3. Índice de fuerza reactiva bipodal

Si se considera el promedio de cada jugador y cada grupo tomando todos los intentos (tabla 3), el GEB fue el que mayores mejoras obtuvo, iniciando con un rendimiento menor que el GEU, pero finalizando con uno mayor (0,713 mm/ms vs 0,897 mm/ms al inicio; 1,112 mm/ms vs 1,071 mm/ms al final). Estos resultados se refuerzan al ver que la diferencia promedio entre el inicio y el final del período de entrenamiento fue de 0,399 mm/ms para el GEB y de 0,174 mm/ms para el GEU. En el mismo sentido, el porcentaje de

mejora promedio fue mayor tanto grupal como individualmente para el GEB. Sin embargo, para ambos grupos las mejoras obtenidas durante el período de entrenamiento fueron dispares entre los jugadores, habiendo una diferencia de mejora de 16,3% entre integrantes de GEB y de 34,7% entre integrantes del GEU. Estas diferencias inter e intra-grupales considerando los promedios, están vinculadas al hecho de que el SJ1 prácticamente no obtuvo mejoras (sólo una diferencia de 0,010 mm/ms entre el inicio y el final del período). Estos datos también se reflejan en los gráficos (ANEXO), en donde se puede observar que las distancias entre los valores iniciales y finales son mayores en el GEB.

En la tabla 4, al considerar únicamente el mejor valor, también se observa que el promedio porcentual de mejora fue mayor para el GEB. Sin embargo, la diferencia de mejora entre grupos se ve reducida de un 36,6% considerando todos los intentos, a un 15,7% considerando sólo el mejor intento. Por otra parte, la diferencia entre integrantes del mismo grupo se ve aumentada, con una diferencia de 38,9% y 75,9% para el GEU y GEB respectivamente (tabla 4).

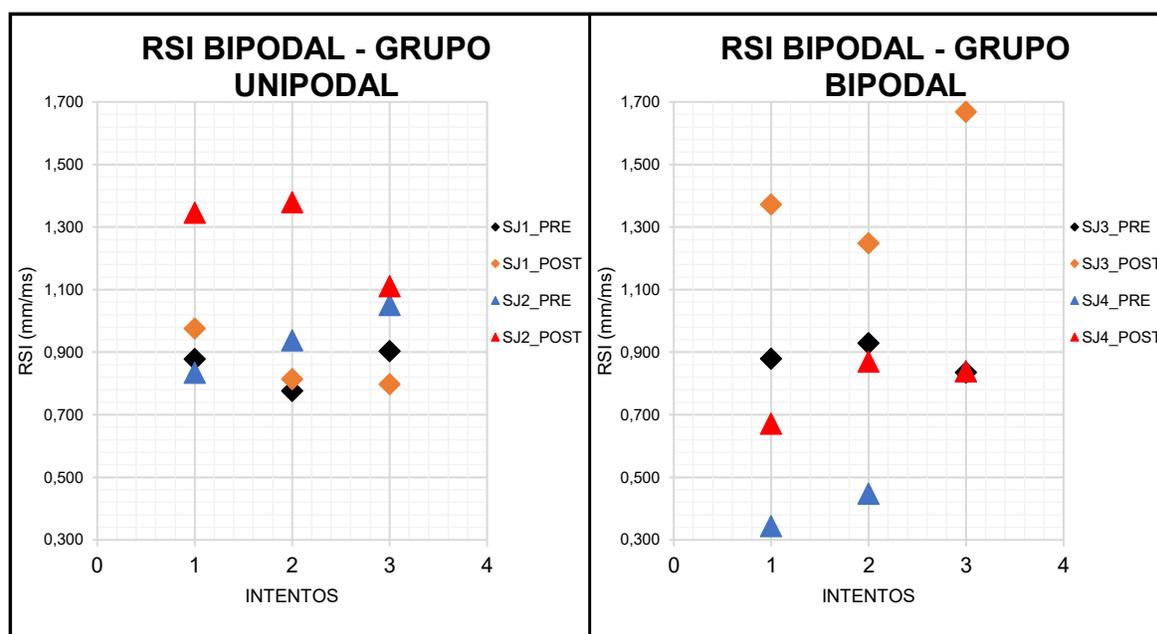


Gráfico 11. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el RSI bipodal. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento.

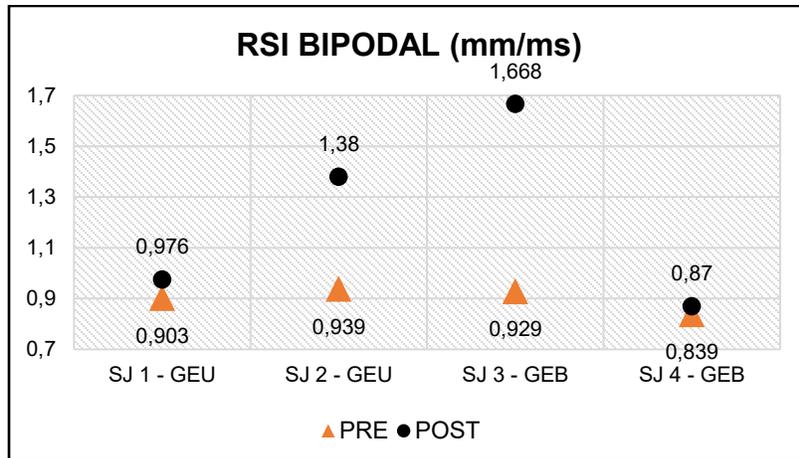


Gráfico 12. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el RSI bipodal. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.3. Abalakov

4.2.3.1. Abalakov con pierna izquierda

Si se observa la tabla 3, los datos muestran que ambos grupos iniciaron con un rendimiento similar pero que el GEU terminó con una diferencia de 3,9 cm por encima del GEB. Esta diferencia puede explicarse observando que la diferencia entre los valores iniciales y finales fue de 5,5 cm para el GEU y de 1,5 cm para el GEB. De manera similar, la diferencia porcentual de mejora entre el inicio y el final del período de entrenamiento fue de 29,3% y de 8,4% para el GEU y el GEB respectivamente. Todos los jugadores mostraron mejoras, aunque la mejora individual de los jugadores dentro de cada grupo fue más heterogénea en el GEU, con una diferencia de 32,7%.

Tomando sólo el mejor intento de cada jugador (tabla 4), se observa también que el GEU fue el que mayores mejoras obtuvo, con un promedio de mejora de 19% contra un 3,8% del GEB. Todos los jugadores obtuvieron mejoras en su mayor rendimiento excepto el SJ3 del GEB. Observando la diferencia intragrupo, si bien la mejora porcentual sigue siendo más heterogénea en el GEU, la diferencia se reduce a un 14,6%, mientras que en el GEB se duplica (de un 5,3% considerando todos los intentos a un 10,6% considerando sólo el mejor valor).

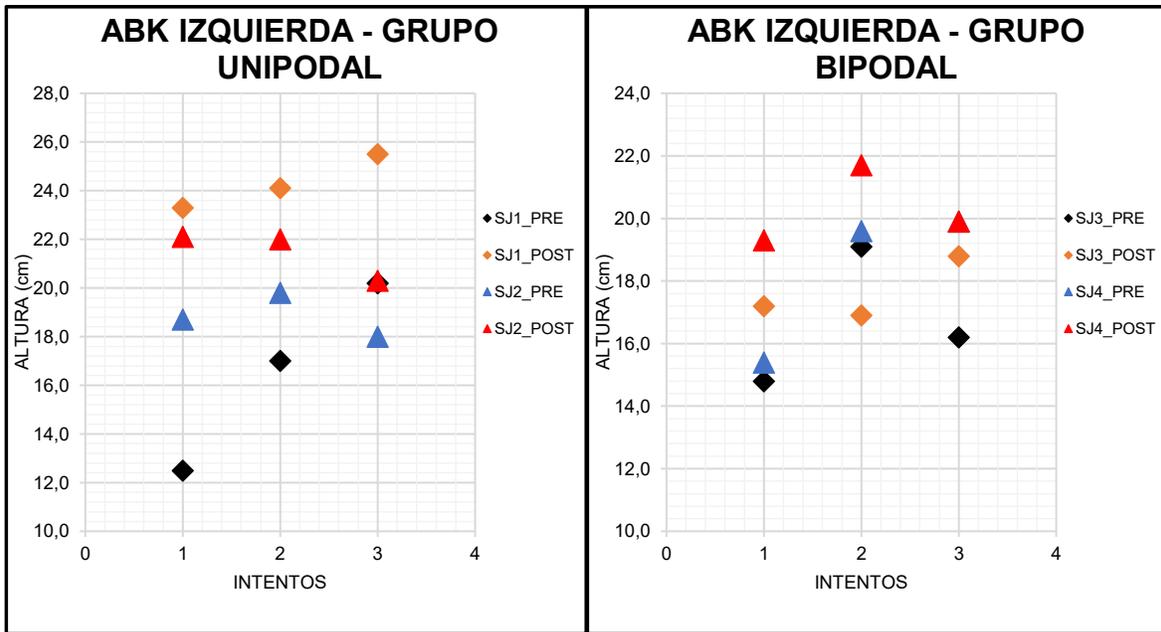


Gráfico 13. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el ABK con pierna izquierda. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento bipodal.

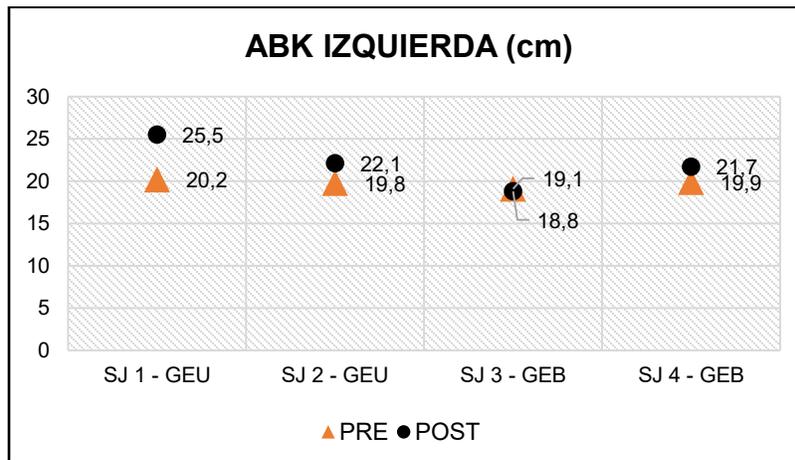


Gráfico 14. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el ABK con pierna izquierda. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.2.3.2. Abalakov con pierna derecha

Si se considera todos los intentos de los jugadores (tabla 3), el GEU mostró un mejor rendimiento antes y después del período de entrenamiento. Sin embargo, las mayores mejoras las obtuvo el GEB, con una diferencia promedio entre los valores iniciales y finales de 2,4 cm (15,9% de mejora), prácticamente duplicando las mejoras del GEU. Exceptuando al SJ1, los demás jugadores mejoraron su rendimiento promedio.

Observaciones similares pueden hacerse considerando únicamente el mejor intento de cada jugador (tabla 4), sólo que la diferencia de mejora porcentual respecto de los valores iniciales, entre grupos, se reduce de 7,5% considerando todos los intentos a un 5,6% teniendo en cuenta el mejor valor.

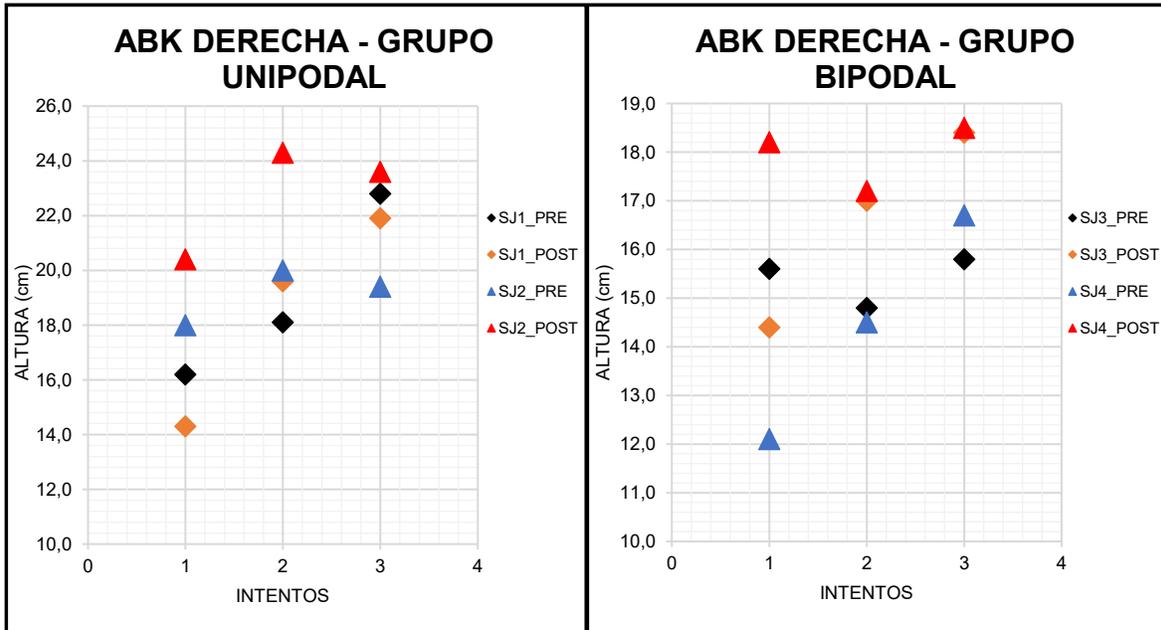


Gráfico 15. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el ABK con pierna derecha. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento.

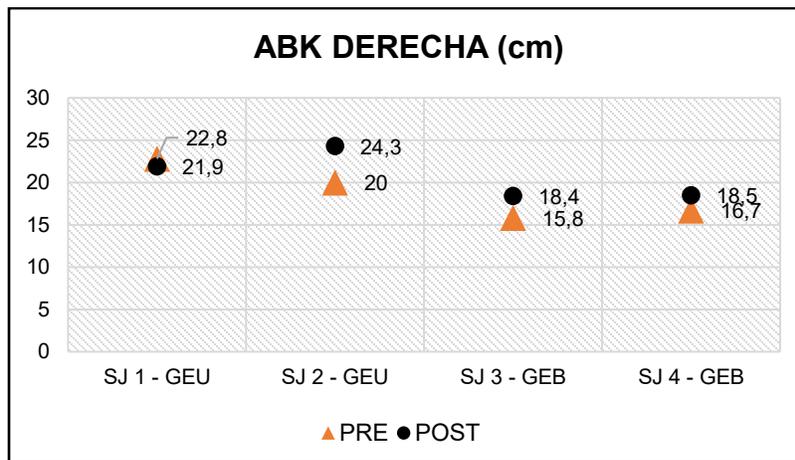


Gráfico 16. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el ABK con pierna derecha. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal.

4.2.3.3. Abalakov bipodal

En la tabla 3, se observa que GEU mostró un mejor rendimiento tanto antes como después del período de entrenamiento, pero la mayor mejora la obtuvo el GEB con una diferencia entre los valores iniciales y finales de 4,7 cm (lo que representa un 16,2% de mejora); mientras que el GEU obtuvo una mejora de 1,2 cm (3,5%). Todos los jugadores mostraron una mejora en el promedio del rendimiento, siendo el SJ1 el que menor mejora mostró con sólo 0,2 cm. La mejora individual dentro de cada grupo fue más heterogénea en el GEB, siendo la diferencia de 18,4% en dicho grupo y de 6% en el GEU.

Tomando sólo el mejor valor (tabla 4) se puede hacer una observación similar en cuanto a los rendimientos iniciales y finales de cada grupo, siendo el GEU el de mejor rendimiento; y en cuanto a que el GEB fue el que obtuvo mayores mejoras. Sin embargo, si bien el GEU mostró un mayor rendimiento final, el porcentaje promedio de cambio fue negativo, significando una desmejora, principalmente debida a los valores del SJ2 en su mejor intento (gráficos 17 y 18).

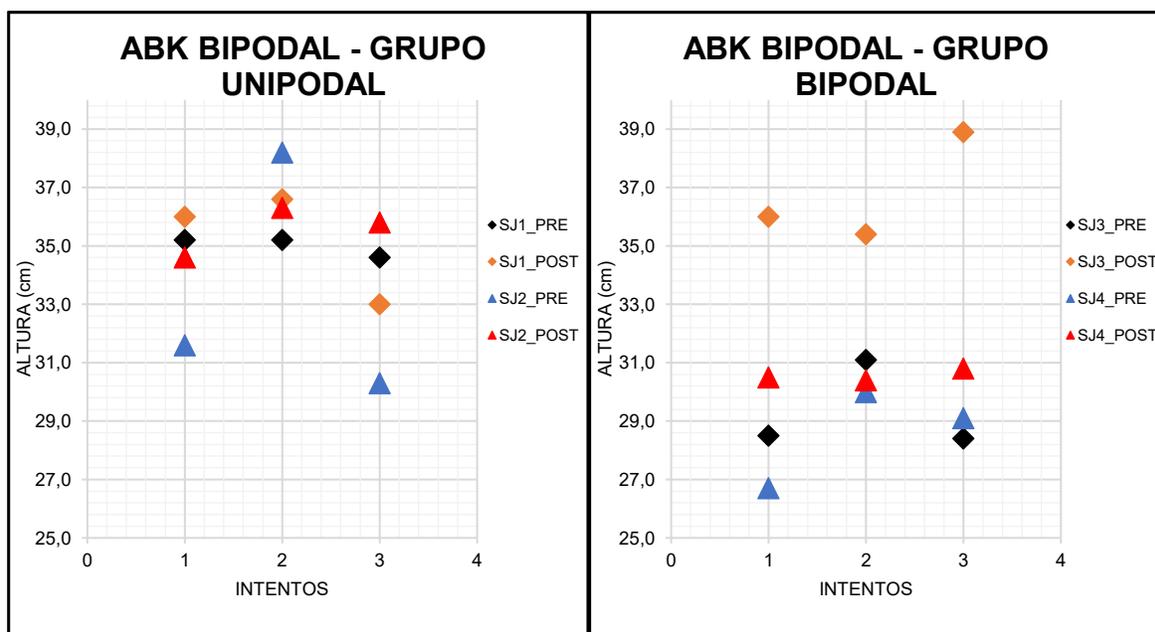


Gráfico 17. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el ABK bipodal. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento.

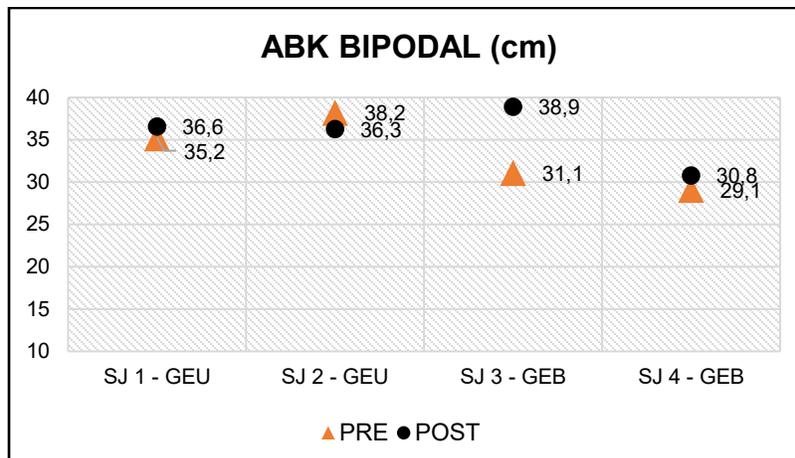


Gráfico 18. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el ABK bipodal. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

4.3. Aceleración inicial

Si se consideran todos los intentos de los jugadores (tabla 5), el GEB mostró un mejor rendimiento inicial en los 5 m., pero el GEU mostró un mejor rendimiento final. Mientras el GEB finalizó con una desmejora promedio del 17,5% respecto de los valores iniciales, el GEU obtuvo una mejora del 13,1% al reducir el tiempo en un promedio de 0,17 segundos. Sólo los jugadores del GEU mostraron mejoras en esta evaluación. En el GEB, el valor y porcentaje promedio de desmejora se debe principalmente al SJ4.

Las mismas observaciones pueden realizarse para los 5 m. si se considera únicamente el mejor intento de cada jugador (tabla 6). En el gráfico 20 se observa que ambos jugadores del GEB disminuyeron su rendimiento en el mejor intento.

El GEU mostró un mejor rendimiento tanto antes como después del período de entrenamiento en los 10 m., así como también fue el único grupo que obtuvo mejoras en el promedio de tiempo (tabla 5). Dicha mejora es de 0,11 segundos, representando una mejoría de 5,4% respecto de los valores iniciales. Sin embargo, esta mejora del grupo se debe principalmente al SJ2, ya que el SJ1 mostró una mínima desmejora de 0,01 segundos (0,7%). En cuanto a la desmejora promedio del GEB, el porcentaje de cambio se debe principalmente a la desmejora del SJ4 (13,8%).

Considerando sólo el mejor intento de cada jugador en los 10 m. (tabla 6), se pueden realizar observaciones similares en cuanto a que el GEU fue el que obtuvo mayor mejora debido a los resultados del SJ2, ya que el SJ1 mostró una desmejora del 2,1%. La desmejora de los jugadores del GEB se reduce al considerar el mejor valor: de 1,9% a 0,9% para el SJ3 y de 13,8% a 5,7% para el SJ4.

Evaluación	DROP JUMP (cm)				RSI (mm/ms)				ABALAKOV (cm)			
	GEU		GEB		GEU		GEB		GEU		GEB	
	SJ 1	SJ 2	SJ 3	SJ 4	SJ 1	SJ 2	SJ 3	SJ 4	SJ 1	SJ 2	SJ 3	SJ 4
	DJ IZQUIERDA				RSI IZQUIERDA				ABK IZQUIERDA			
Pre	17,9	18,7	14,5	15,3	0,432	0,448	0,380	0,382	16,6	18,8	16,7	18,3
Promedio Pre	18,3		14,9		0,440		0,381		17,7		17,5	
Post	21,7	21,9	16,5	21,4	0,536	0,673	0,627	0,587	24,3	21,5	17,6	20,3
Promedio Post	21,8		18,9		0,604		0,607		22,9		19,0	
% de cambio	21,0	17,5	13,8	39,3	24,0	50,2	65,0	53,7	46,7	14,0	5,6	10,9
% de cambio	19,2		26,9		37,4		59,4		29,3		8,4	
	DJ DERECHA				RSI DERECHA				ABK DERECHA			
Pre	15,7	19,6	15,5	15,4	0,363	0,483	0,419	0,362	19,0	19,1	15,4	14,4
Promedio Pre	17,7		15,5		0,423		0,390		19,1		14,9	
Post	17,5	24,7	16,1	20,4	0,452	0,741	0,522	0,527	18,6	22,8	16,6	18,0
Promedio Post	21,1		18,2		0,596		0,524		20,7		17,3	
% de cambio	11,4	26,2	3,4	32,2	24,4	53,4	24,6	45,5	-2,3	19,0	7,8	24,5
% de cambio	19,6		17,8		40,9		34,3		8,4		15,9	
	DJ BIPODAL				RSI BIPODAL				ABK BIPODAL			
Pre	32,8	32,8	30,4	24,5	0,853	0,941	0,881	0,544	35,0	33,4	29,3	28,6
Promedio Pre	32,8		27,45		0,897		0,713		34,2		29,0	
Post	35,8	38,3	34,8	32,2	0,862	1,279	1,430	0,794	35,2	35,6	36,8	30,6
Promedio Post	37,0		33,5		1,071		1,112		35,4		33,7	
% de cambio	9,0	16,7	14,6	31,1	1,2	35,9	62,2	45,9	0,6	6,6	25,3	6,9
% de cambio	12,9		22,0		19,4		56,0		3,5		16,2	

Tabla 3. Resultados de las evaluaciones vinculadas a la saltabilidad considerando el promedio de los tres intentos de cada jugador.

Evaluación	DROP JUMP (cm)				RSI (mm/ms)				ABALAKOV (cm)			
	GEU		GEB		GEU		GEB		GEU		GEB	
	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ1	SJ2	SJ3	SJ4
	DJIZQUIERDA				RSI IZQUIERDA				ABK IZQUIERDA			
Pre	19,2	19,3	15,4	16,2	0,496	0,463	0,423	0,409	20,2	19,8	19,1	19,9
Promedio Pre	19,25		15,8		0,4795		0,416		20		19,5	
Post	22,9	25,5	17,9	21	0,565	0,876	0,683	0,663	25,5	22,1	18,8	21,7
Promedio Post	24,2		19,45		0,7205		0,673		23,8		20,25	
% de cambio	19,3	32,1	16,2	29,6	13,9	89,2	61,5	62,1	26,2	11,6	-1,6	9,0
% de cambio	25,7		23,1		50,3		61,8		19,0		3,8	
	DJ DERECHA				RSI DERECHA				ABK DERECHA			
Pre	18	20,5	15,7	17,6	0,404	0,519	0,449	0,417	22,8	20	15,8	16,7
Promedio Pre	19,25		16,65		0,4615		0,433		21,4		16,25	
Post	17,9	25,6	18,3	22,1	0,511	0,766	0,635	0,588	21,9	24,3	18,4	18,5
Promedio Post	21,75		20,2		0,6385		0,6115		23,1		18,45	
% de cambio	-0,6	24,9	16,6	25,6	26,5	47,6	41,4	41,0	-3,9	21,5	16,5	10,8
% de cambio	13,0		21,3		38,4		41,2		7,9		13,5	
	DJ BIPODAL				RSI BIPODAL				ABK BIPODAL			
Pre	34,7	33,3	31,3	28,7	0,903	0,939	0,929	0,839	35,2	38,2	31,1	29,1
Promedio Pre	34		30		0,921		0,884		36,7		30,1	
Post	35,9	39,6	35	33,3	0,976	1,38	1,668	0,87	36,6	36,3	38,9	30,8
Promedio Post	37,75		34,15		1,178		1,269		36,45		34,85	
% de cambio	3,5	18,9	11,8	16,0	8,1	47,0	79,5	3,7	4,0	-5,0	25,1	5,8
% de cambio	11,0		13,8		27,9		43,6		-0,7		15,8	

Tabla 4. Resultados de las evaluaciones vinculadas a la saltabilidad considerando el mejor intento de cada jugador.

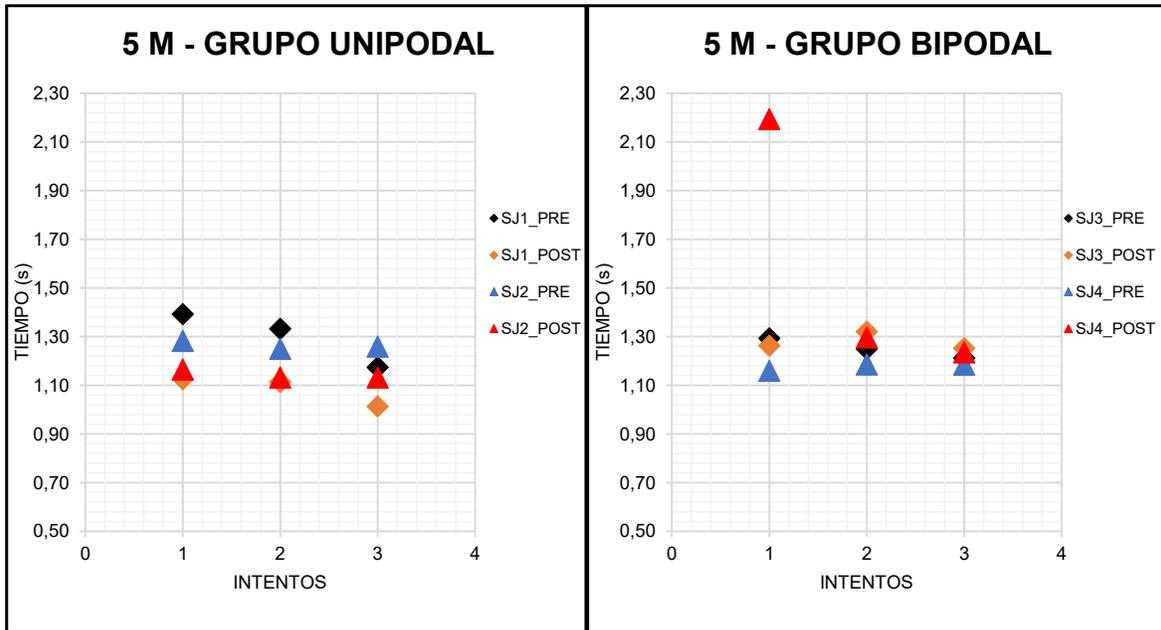


Gráfico 19. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en la aceleración de 5 m. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento bipodal.

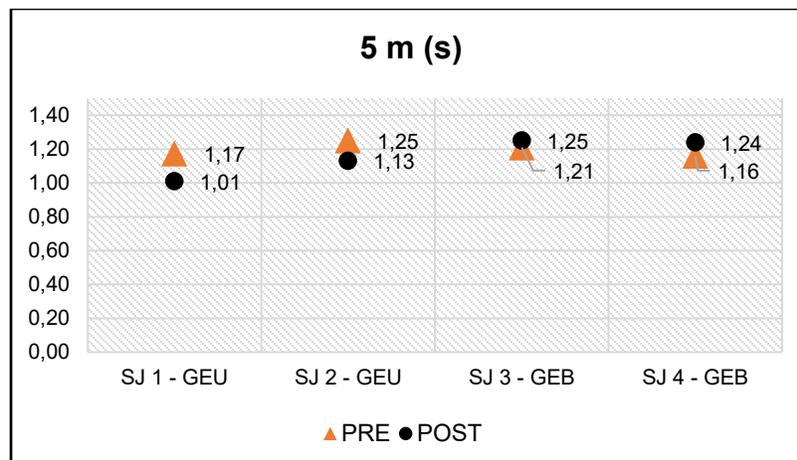


Gráfico 20. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en la aceleración de 5 m. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal.

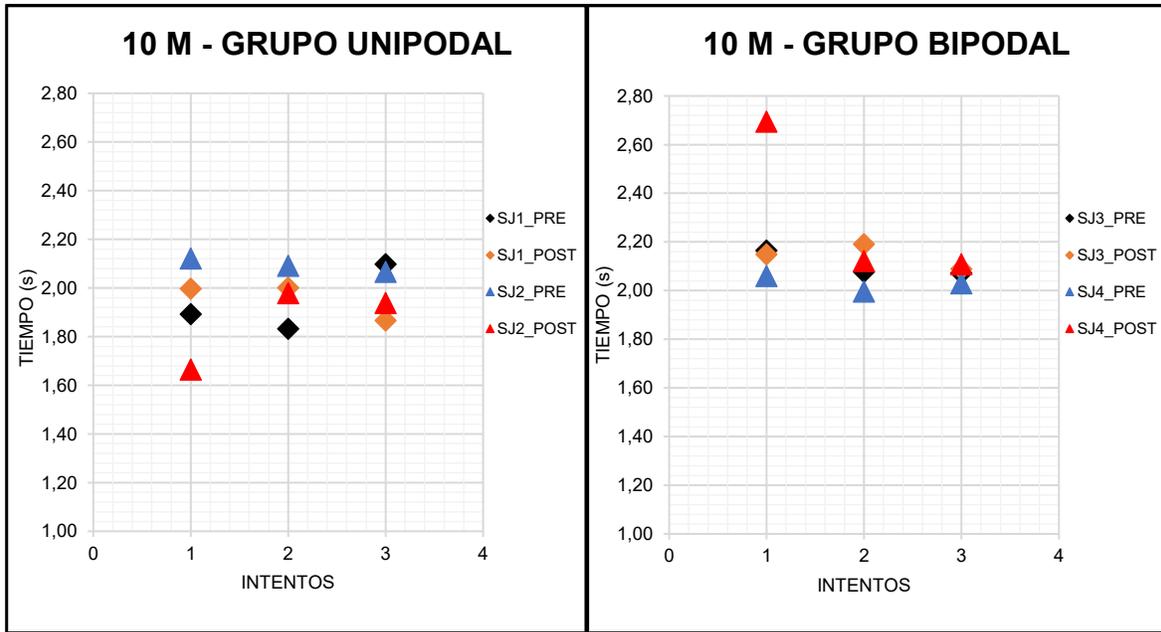


Gráfico 21 Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en la aceleración de 10 m. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento.

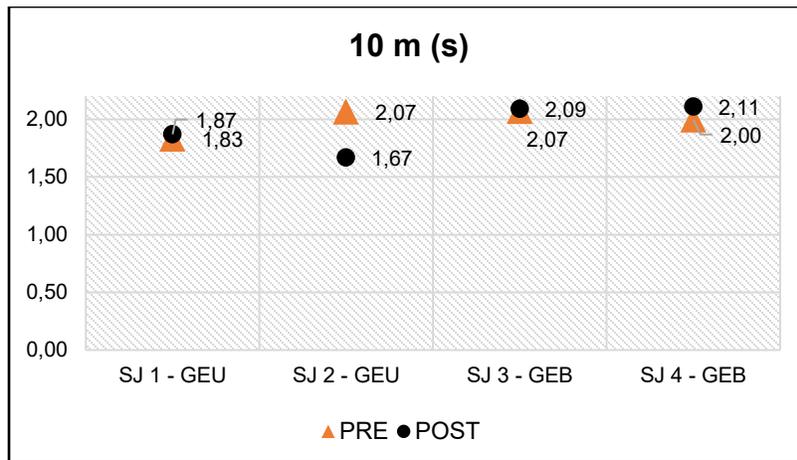


Gráfico 22. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en la aceleración de 10 m. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal.

4.4. Cambio de dirección

Observando la tabla 5, los datos muestran que en el cambio de dirección con pierna izquierda el GEU comenzó y finalizó con un mejor rendimiento que el GEB. El GEU mostró una mejora de 0,06 segundos (2,2%) respecto de los valores iniciales, mientras que en el GEB se observa una desmejora de 0,03 segundos (1,1%). Mientras la mejora del GEU se debe principalmente a la mejora del SJ1, la desmejora promedio del GEB se debe a la caída

del rendimiento del SJ3 (único jugador con desmejora en el promedio), que casi duplica la mejora del SJ4.

Considerando sólo el mejor intento de cada jugador (tabla 6), también el GEU comenzó y finalizó con un mejor rendimiento en el cambio de dirección con pierna izquierda, a pesar de que el SJ2 redujo su rendimiento un 1,5%. La mejora promedio del GEU se reduce un 0,2% mientras que la desmejora del GEB se duplica cuando se considera el mejor intento respecto del promedio de intentos.

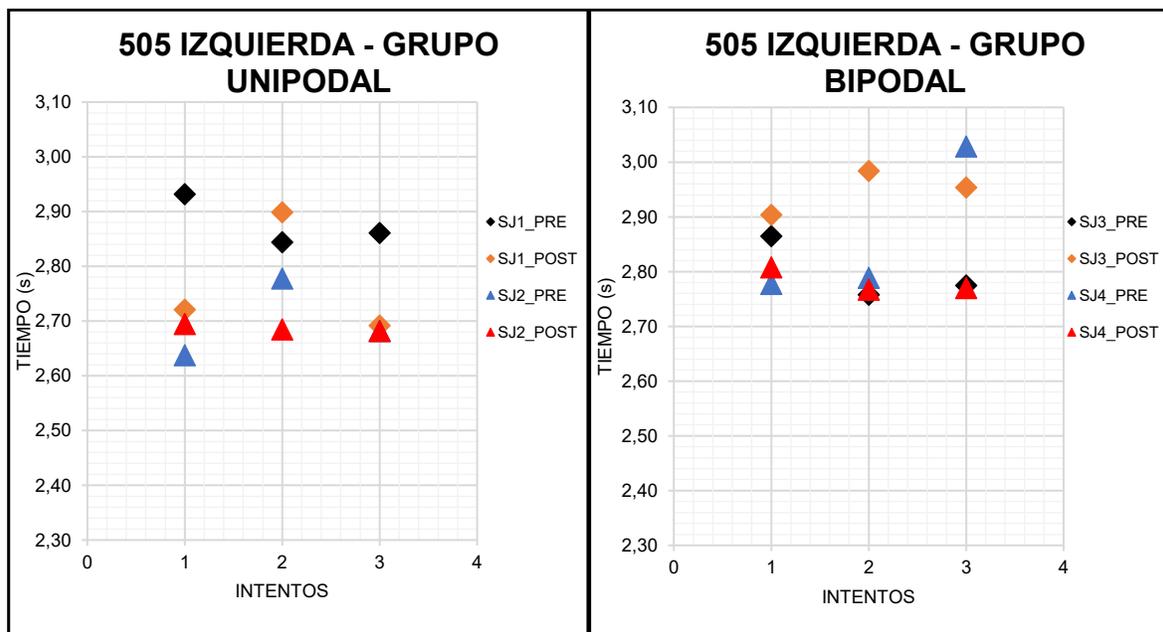


Gráfico 23. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el test 505 con pierna izquierda. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento

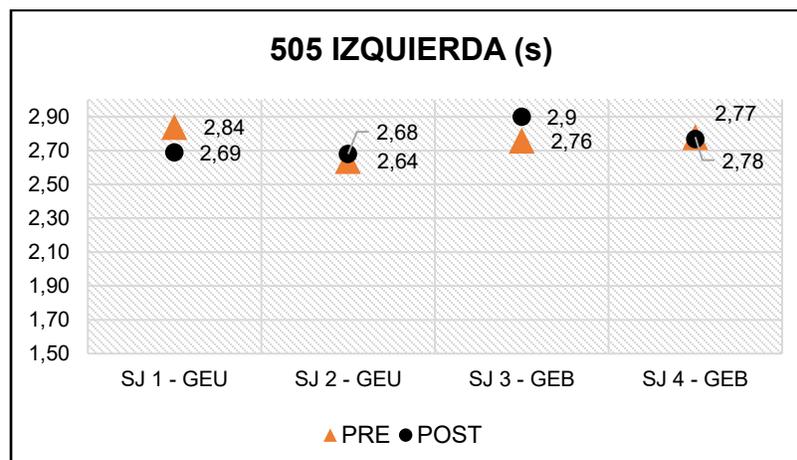


Gráfico 24. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el test 505 con pierna izquierda. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal.

En el cambio de dirección con pierna derecha, puede verse que también fue el GEU el que comenzó y finalizó con un mejor rendimiento comparado con el GEB (tabla 5). Sin embargo, el GEB obtuvo una mejora en el promedio de 0,04 segundos (1,4%) luego del período de entrenamiento, mientras que el GEU mostró una desmejora de 0,06 segundos (2,1%). En ambos grupos un jugador mostró una mejora (SJ1 y SJ4) mientras que el otro disminuyó su rendimiento (SJ2 y SJ3). La mayor diferencia intragrupo la mostró el GEU, siendo ésta de 0,39 segundos (diferencia de la diferencia entre el valor inicial y final del SJ1 y SJ2), que representa un 15% entre uno y otro.

Considerando únicamente el mejor intento de cada jugador (tabla 6), el GEU comenzó con un mejor rendimiento promedio, pero fue el GEB el que finalizó con mejores resultados. Al igual que al considerar todos los intentos, fue el GEB el que mostró mejora en el promedio (2,7%), siendo esta mejora casi el doble que al considerar todos los intentos. También se mantiene que los SJ1 y SJ4 mostraron mejoras, mientras que SJ2 y SJ3 cayeron en su rendimiento. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede considerando todos los intentos, al tener en cuenta sólo el mejor de ellos, el GEU mostró una pequeña mejora de 0,2% ya que la desmejora porcentual del SJ2 se redujo a la mitad.

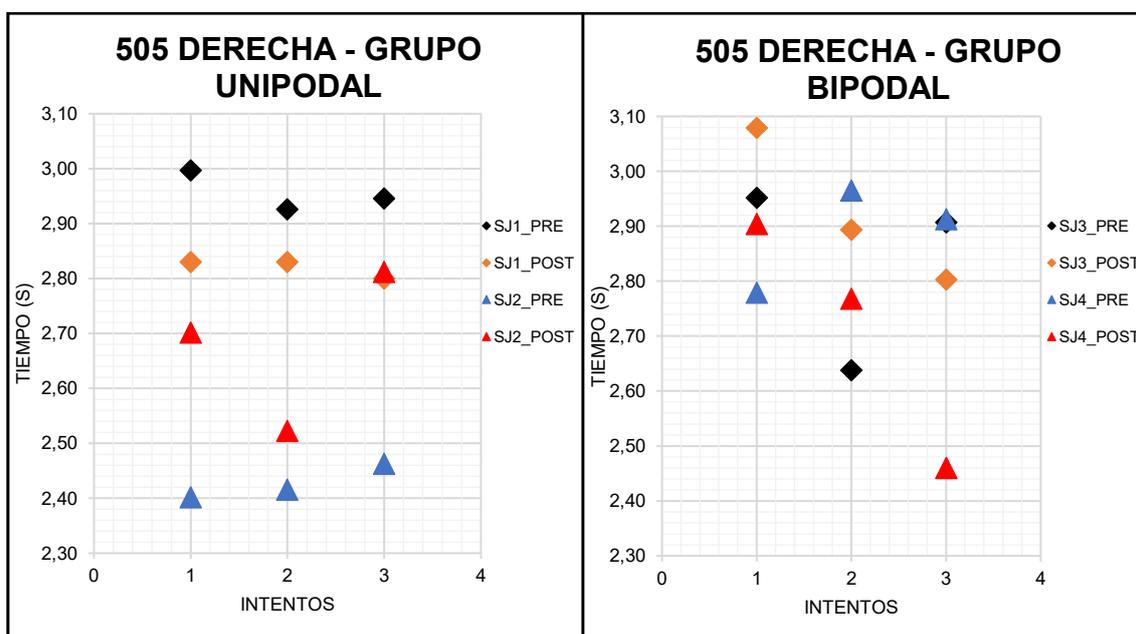


Gráfico 25. Valores de los tres intentos de cada sujeto pre y post entrenamiento en el test 505 con pierna derecha. A la izquierda: el grupo de entrenamiento unipodal. A la derecha: el grupo de entrenamiento

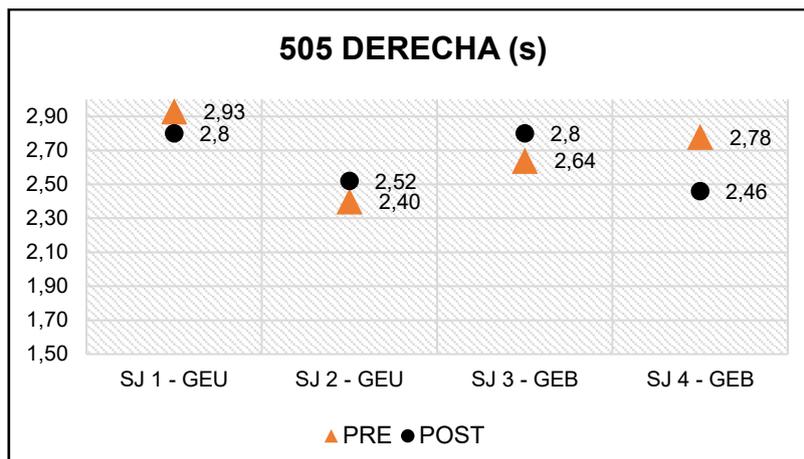


Gráfico 26. Valores del mejor intento de cada jugador pre y post entrenamiento en el test 505 con pierna izquierda. SJ1 y SJ2 pertenecen al grupo de entrenamiento unipodal. SJ3 y SJ4 pertenecen al grupo de entrenamiento bipodal

	ACELERACIÓN (s)				CAMBIO DE DIRECCIÓN (s)			
	GEU		GEB		GEU		GEB	
	SJ 1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ 1	SJ2	SJ3	SJ4
Evaluación	5 M				505 IZQUIERDA			
Pre	1,30	1,26	1,25	1,18	2,88	2,70	2,80	2,87
Promedio Pre	1,28		1,21		2,79		2,83	
Post	1,08	1,14	1,28	1,58	2,77	2,69	2,95	2,78
Promedio Post	1,11		1,43		2,73		2,86	
% de cambio	-16,5	-9,6	2,2	33,9	-3,8	-0,4	5,3	-2,9
% de cambio	-13,1		17,5		-2,2		1,1	
Evaluación	10 M				505 DERECHA			
Pre	1,94	2,09	2,10	2,03	2,96	2,43	2,83	2,89
Promedio Pre	2,02		2,07		2,69		2,86	
Post	1,96	1,86	2,14	2,31	2,82	2,68	2,93	2,71
Promedio Post	1,91		2,23		2,75		2,82	
% de cambio	0,7	-11,1	1,9	13,8	-4,6	10,4	3,3	-6,1
% de cambio	-5,4		7,7		2,1		-1,4	

Tabla 5. Resultados de las evaluaciones de aceleración inicial y cambio de dirección considerando el promedio de los tres intentos de cada jugador.

	ACELERACIÓN (s)				CAMBIO DE DIRECCIÓN (s)			
	GEU		GEB		GEU		GEB	
	SJ 1	SJ2	SJ3	SJ4	SJ 1	SJ2	SJ3	SJ4
Evaluación	5 M				505 IZQUIERDA			
Pre	1,17	1,25	1,21	1,16	2,84	2,64	2,76	2,78
Promedio Pre	1,21		1,19		2,74		2,77	
Post	1,01	1,13	1,25	1,24	2,69	2,68	2,9	2,77
Promedio Post	1,07		1,25		2,69		2,84	
% de cambio	-14,0	-9,6	3,3	6,9	-5,3	1,5	5,1	-0,4
% de cambio	-11,7		5,1		-2,0		2,3	
Evaluación	10 M				505 DERECHA			
Pre	1,83	2,07	2,07	2,00	2,93	2,40	2,64	2,78
Promedio Pre	1,95		2,03		2,67		2,71	
Post	1,87	1,67	2,09	2,11	2,8	2,52	2,8	2,46
Promedio Post	1,77		2,10		2,66		2,63	
% de cambio	2,1	-19,2	0,9	5,7	-4,4	5,0	6,1	-11,5
% de cambio	-9,2		3,2		-0,2		-3,0	

Tabla 6. Resultados de las evaluaciones de aceleración y cambio de dirección considerando el mejor intento de cada jugador.

5. DISCUSIÓN

5.1. Saltabilidad

Respecto a las evaluaciones vinculadas a la saltabilidad, varios estudios han obtenido mejoras en DJ, RSI y ABK. El estudio de Michailidis et al. (2013), de 12 semanas, reportó una mejora significativa del 10% y 15,9% a la mitad y al final del programa, respectivamente, en el DJ de 30 cm. Para la misma evaluación, Granacher et al. (2015) alcanzaron mejoras significativas del 7,8% con el grupo de entrenamiento en superficies inestables y 11,1% con el grupo de entrenamiento en superficies estables, en 8 semanas. Negra et al. (2018), también en 8 semanas, obtuvieron mejoras significativas tanto con el grupo de entrenamiento (9%) como con el grupo control (4%) en el DJ de 40 cm, pero en el DJ de 20 cm sólo mejoró el grupo de entrenamiento (9,3%), mientras que el grupo control disminuyó su rendimiento un 3%. Los mejores valores iniciales de los S1, S2 y S3 (gráfico 6) fueron superiores a los valores de los estudios de Granacher et al. (2015) y Negra et al. (2018), quienes reportaron valores de $27,3 \pm 4,18$ cm y $28,9 \pm 3,86$ cm el primero de ellos para el DJ de 30 cm y de $25,4 \pm 3,6$ cm y $20,5 \pm 2,3$ cm en el segundo estudio para el DJ de 20 cm. Aunque en un período menor de entrenamiento, en este trabajo las mejoras obtenidas en el DJ de 20 cm bipodal son similares a las mencionadas anteriormente si se considera el mejor intento de cada jugador (11% de mejora para el GEU y 13,8% para el GEB). Considerando todos los intentos de cada jugador, las mejoras obtenidas por el GEU también son similares (12,9%), pero la mejora del GEB fue de un 22%, posiblemente debido al bajo nivel inicial

del SJ4 que hizo que la diferencia pre – post entrenamiento sea mayor que la de los demás jugadores. Ninguno de los estudios realizó evaluaciones unipodales del DJ por lo que no se poseen datos para comparar los resultados de este estudio.

En cuanto al RSI de 20 cm, los estudios de Ramírez-Campillo et al. (2015a), Ramírez-Campillo et al. (2015b) y Ramírez-Campillo et al. (2015c), de 6 semanas de duración, obtuvieron mejoras significativas entre el 10-36,1% para los grupos de entrenamiento. La menor mejora (10%), se obtuvo en el primer estudio con el grupo que realizó sólo ejercicios unipodales, mientras que la mayor mejora (36,1%) se encontró en el tercer estudio con un grupo de entrenamiento cuyo programa implicaba una progresión en la carga (en comparación con otro grupo que mantuvo la misma carga durante las 6 semanas). Sin embargo, este último porcentaje se aleja de la mejora de la mayoría de los otros grupos de entrenamiento de estos tres estudios, que estuvieron entre los 12,1% y 18,9%, sin diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento en cada estudio. Los estudios de Ramírez-Campillo et al. (2014a) y Ramírez-Campillo et al. (2014b), ambos de 7 semanas de duración, obtuvieron mejoras mayores a la mayoría de los grupos de entrenamiento de los estudios anteriores de 6 semanas. Estos dos estudios reportaron mejoras significativas de entre 22-36,6% para el RSI de 20 cm para los grupos de entrenamiento. El segundo estudio evaluó también RSI de 40 cm y reportó mejoras significativas entre 38,9-46,4% para los grupos de entrenamiento. El ya mencionado estudio de Granacher et al. (2015), logró mejoras de 13,9% y de 25,3% con los grupos de entrenamiento en superficie inestable y de superficie estable, respectivamente, en el RSI de 30 cm. Bouguezzi et al. (2018) obtuvo mejoras de 43,96% en el grupo que entrenaba una vez por semana y de 70,4% en el grupo que entrenaba dos veces por semana, durante un período de 8 semanas, sin diferencias significativas entre uno y otro grupo. El estudio de Ramírez-Campillo et al. (2019) encontró mejoras de entre 11,1-18,8% durante 4 períodos de 6 semanas cada uno, siendo el grupo pos-puberal con pausas de 120" el que mayores mejoras obtuvo comparado con los grupos pre-puberales de 30" y 120" de pausa y pos-puberal de 30". En el presente estudio de 6 semanas de entrenamiento, las mejoras obtenidas para el RSI de 20 cm fueron algo superiores a las obtenidas en los estudios de igual duración y más similares a los estudios de 7 y 8 semanas tanto si se toma el promedio de todos los intentos (19,4% para el GEU y 56% para el GEB) como si se toma el mejor de los intentos de cada jugador (27,9% para el GEU y 43,6% para el GEB). Sin embargo, considerando el mejor intento, los porcentajes de mejora individual dentro de cada grupo fueron muy dispares, habiendo mejorado sólo un 8,1% el SJ1 y un 3,7% el SJ4. Particularmente el SJ4 alcanzó un porcentaje de mejora similar al de los estudios mencionados si se considera el promedio de todos sus intentos (45,9 %). Los mejores valores iniciales

(gráfico 12) son similares a aquellos reportados por Ramírez-Campillo et al. (2019) para los grupos de entrenamiento prepuberales, algo superiores a los de Ramírez-Campillo et al. (2014b), Ramírez-Campillo et al. (2015c) y Bouguezzi et al. (2018) e inferiores a los de Ramírez-Campillo et al. (2014a), Ramírez-Campillo et al. (2015a), Ramírez-Campillo et al. (2015b). Al igual que con el DJ, se carecen de datos para comparar los resultados de las evaluaciones unipodales de RSI.

En relación al Abalakov, pocos estudios evaluaron esta variante de salto. Ramírez-Campillo et al. (2015b) obtuvieron mejoras significativas de 9,7% y 12,3% para los grupos que realizaron ejercicios pliométricos verticales y combinados (horizontales y verticales), respectivamente, mientras que el grupo que realizó sólo saltos horizontales mejoró de manera no significativa un 5,9%. En otro estudio, Ramírez-Campillo et al. (2015c) reportaron mejoras significativas de 10,9% y 16,6% para los grupos sin progresión de carga y con progresión de carga respectivamente. Ramírez-Campillo et al. (2019) obtuvieron mejoras de entre 5,8% y 6% para los grupos prepuberales y de 4,9% y 7,5% para los grupos pospuberales. El estudio de Ramírez-Campillo et al. (2015a) informó mejoras de entre 7,9% y 18,7% para el Abalakov bipodal, siendo el grupo de entrenamiento que sólo realizó ejercicios unipodales el que menor mejora obtuvo. Los resultados de este estudio para el Abalakov bipodal se asemejan sólo a las mejoras obtenidas por el GEB, tanto si se considera el promedio de todos los intentos (16,2%) como si se tiene en cuenta únicamente el mejor valor (15,8%). El GEU mostró una mejora sólo de 3,5% si se considera el promedio de todos los intentos, similar a la obtenida por el grupo control en el estudio de Ramírez-Campillo et al. (2015b), mientras que considerando sólo el mejor intento el grupo disminuyó su rendimiento (-0,7%). Sin embargo, mientras que los valores iniciales (gráfico 18) del GEB son similares a los de la mayoría de los estudios anteriores, que reportaron saltos de entre $27,9 \pm 9,4$ cm y $31,6 \pm 6,8$ cm, los valores iniciales del GEU son mayores, por lo cual el margen de mejora para los jugadores del GEU puede haber sido menor. En cambio, los valores iniciales de este grupo se parecen más a los informados por Ramírez-Campillo et al. (2019) para el grupo de entrenamiento pospuberal cuya mejora fue de 4,9%, similar a la mejora obtenida por el SJ1 en sus mejores intentos y similar a la mejora del SJ2 en el promedio de sus intentos. El estudio de Ramírez-Campillo et al. (2015a) permite comparar los resultados de las evaluaciones Abalakov unipodales. En su estudio, los valores iniciales con izquierda y con derecha fueron cercanos a los 19 cm, y las mejoras obtenidas para los grupos de entrenamiento fueron de 7,8-14,4%, siendo el grupo que realizó sólo ejercicios unipodales el que mayores mejoras obtuvo tanto con izquierda (13,7%) como con derecha (14,4%). Los porcentajes de mejora del presente estudio son similares a los recién mencionados si se considera el promedio de todos los intentos de cada

jugador (8,4% ABK izquierda GEB; 8,4% ABK derecha GEU; 15,9% ABK derecha GEB), con excepción del Abalakov con pierna izquierda para el GEU (29,3%). Si se considera el mejor valor de cada jugador, sólo los resultados de ABK con derecha son similares a los del estudio de Ramírez-Campillo et al. (2015a), con porcentajes de 7,9% y 13,5% para el GEU y GEB, respectivamente. Sin embargo, en el ABK con derecha, el SJ1 disminuyó su rendimiento (-2,3% tomando todos los intentos y -3,9% tomando el mejor intento), por lo que la mejora del GEU se debe a la mejora del SJ2.

En este sentido, luego del programa de entrenamiento de este estudio, el GEU sólo mostró mejoras específicas del entrenamiento realizado en el DJ con derecha, RSI con derecha y ABK con izquierda si se considera el promedio de los intentos; y DJ con izquierda y ABK con izquierda, teniendo en cuenta el mejor intento de cada jugador. Por su parte, el GEB mostró mejoras específicas del entrenamiento realizado en todas las evaluaciones bipodales tanto considerando el promedio de los intentos como atendiendo sólo al mejor valor de cada jugador. Hay que tener en cuenta también que en las evaluaciones unipodales en las que GEB mostró mayores mejoras que el GEU, los valores iniciales del primer grupo eran menores que los del segundo, por lo que tal vez el margen de mejora era más amplio para el GEB. A pesar de esas mayores mejoras, el GEU fue el que mostró un mejor rendimiento prácticamente en todas las evaluaciones tanto antes como después del período de entrenamiento, con excepción del RSI con izquierda tomando todos los intentos y el RSI bipodal tomando todos los intentos y tomando sólo el mejor.

Markovic y Mikulic (2010) sostienen que los beneficios del entrenamiento pliométrico parecen ser mayores sobre los CEA rápidos en tanto mejora la habilidad de los participantes de usar los beneficios neurales, químico-mecánicos y elásticos de CEA. En este sentido, la mayoría de las investigaciones mencionadas sostienen que los cambios en el rendimiento de los jugadores pueden deberse principalmente a adaptaciones neuromusculares (Meylan y Malatesta, 2009; Michailidis et al., 2013; Ramírez-Campillo et al., 2014; Ramírez-Campillo et al., 2015a; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c; Chaabene y Negra, 2017; Bouguezzi et al., 2018; Asadi et al., 2018). Entre dichas adaptaciones, Meylan y Malatesta (2009) proponen: una mayor rigidez muscular al contacto con el suelo favoreciendo un retroceso elástico más veloz y un mejor aprovechamiento de la energía elástica; una mayor actividad muscular como resultado de una activación más temprana del reflejo de estiramiento; y una desensibilización de los órganos tendinosos de Golgi, permitiendo que los componentes elásticos del músculo puedan realizar un mayor estiramiento. Bouguezzi et al. (2018) agregan también un mayor reclutamiento de unidades motoras (coordinación intramuscular) y una mejor sinergia y menor activación de los músculos

antagonistas (coordinación intermuscular). Particularmente en relación al RSI, Bouguezzi et al. (2018) sostienen que una mayor tasa de producción de fuerza y un mayor reclutamiento de unidades motores pueden ser los principales factores responsables de mejoras de esta capacidad. Ramírez-Campillo et al. (2014), sostienen que entre los mecanismos que inducen mejoras en el RSI pueden considerarse una mayor frecuencia de descarga a los músculos agonistas, mejoras en la coordinación intermuscular, cambios en las características mecánicas y la rigidez de la unión miotendinosa, cambios en el tamaño o arquitectura muscular y cambios en la mecánica de cada fibra muscular. Sin embargo, como no se realizaron mediciones fisiológicas y como se desconoce la significatividad de los resultados, los mecanismos por los cuales ambos grupos en este estudio resultaron en mejoras vinculadas a la saltabilidad sólo pueden considerarse hipotéticas. Más allá de cuáles fueron los mecanismos de adaptación, los resultados del estudio coinciden con aquello que sostienen Makovic y Mikulic (2010) si se observa que el DJ y el RSI (vinculadas a un CEA rápido) fueron las evaluaciones que finalizaron con un mayor porcentaje de mejora comparado con el ABK (relacionado a un CEA lento), indicando que dos componentes esenciales de las acciones del CEA fueron mejorados: la velocidad de contracción y el tiempo de contacto con el suelo.

5.2. Aceleración inicial

Se considera que el rendimiento en el sprint consta de tres fases: a) aceleración inicial (0-10 m); b) segunda aceleración (10-30 m); y c) máxima velocidad (>30 m) (Michailidis et al., 2013; Söhnlein et al., 2014). Markovic y Mikulic (2010) sugieren que los beneficios de un entrenamiento pliométrico se notarían más en la fase inicial de aceleración, dado que la velocidad de acción muscular durante los rebotes de los ejercicios pliométricos se aproxima más a la velocidad de acción durante la fase de aceleración de un sprint (debido a la posición del centro de gravedad y al mayor tiempo de contacto con el suelo), y en este sentido, las mejoras en sprint tienden a ser menores cuanto mayor sea la distancia evaluada. A este respecto, se conoce que los CEA lentos, como el CMJ y SJ, se transfieren de manera más directa al rendimiento en la aceleración inicial, mientras que CEA rápidos, como el DJ, tienen mayor transferencia sobre la velocidad máxima (Sohnlein et al., 2014). En línea con lo que dicen estos investigadores, en el presente estudio el GEU fue el que mejor rendimiento mostró en los saltos Abalakov y en las aceleraciones, con excepción de los 5 m pre-entrenamiento.

En el presente estudio se quería conocer qué efectos tenían dos programas de entrenamiento pliométricos sobre la aceleración inicial. La mayoría de los estudios encontrados evaluaron los efectos con corte a una distancia de 10 m y sólo tres de ellos

hicieron un corte a los 5 m (Söhnlein et al., 2014; Chaabene y Negra, 2017; Bouguezzi et al., 2018). Las mejoras significativas reportadas por los estudios de Meylan y Malatesta (2009), Ramírez-Campillo et al. (2015c) y Granacher et al. (2015) para los 10 m son similares, con porcentajes que varían entre 1,5% y 2,1%. Söhnlein et al. (2014) también informaron mejoras de 2,2%, pero sin ser significativa dicha mejora. Bouguezzi et al. (2018) obtuvieron mejoras de 1,1% y 2,13% para el grupo que entrenó una vez por semana y el que entrenó dos veces por semana, respectivamente, pero ninguna de estas mejoras fue significativa. Por otra parte, los estudios de Negra et al. (2017a) y Chaabene y Negra (2017), reportaron mejoras de entre 4% y 4,12%. Todos estos estudios de 8 semanas de duración, con excepción del de Ramírez-Campillo et al. (2015c), de 6 semanas, y del de Söhnlein et al. (2014), de 16 semanas. Michailidis et al. (2013) informó una mejora del 3,1% en las primeras 6 semanas de entrenamiento y una mejora de 1,9% en las últimas seis semanas, finalizando el período de entrenamiento con una mejora total del 5%.

En relación a los 5 m, Söhnlein et al. (2014) obtuvieron mejoras significativas de 3,8% con el grupo de entrenamiento. Los porcentajes de mejora reportados por Bouguezzi et al. (2018) son de 2,13% para el grupo que entrenó una vez por semana y de 4,77% para el que entrenó dos veces por semana. Chaabene y Negra (2017) indicaron mejoras del 3% y 7,24% para el grupo de alto volumen y de bajo volumen, respectivamente.

Si bien los valores iniciales de los participantes son similares a los reportados en los estudios recién mencionados tanto para los 5 como los 10 m (gráfico 20 y gráfico 22), los resultados de este estudio indican más bien un efecto negativo sobre la capacidad de aceleración inicial de 10 m, ya que, si bien el porcentaje de cambio promedio del GEU sugiere un mejor rendimiento, sólo el SJ2 fue quien realmente mejoró. No así con los 5 m, evaluación en la cual los dos integrantes del GEU obtuvieron mejoras (14% el SJ1 y 9,6% el SJ2 considerando el mejor intento de cada uno; y 16,5% el SJ1 y 9,6% el SJ2 considerando el promedio de los tres intentos).

Al pensar en los motivos por los cuales los resultados de este estudio fueron sólo positivos para la aceleración de 5 m para el GEU, pueden argumentarse por un lado la especificidad del entrenamiento, en tanto la aceleración implica un gesto de dominancia unilateral. Por otro lado, algunas razones por las cuales los resultados fueron mayormente negativos pueden estar vinculadas a la duración del programa, al volumen de entrenamiento, al tipo de saltos realizados y al hecho de que el programa de entrenamiento incluyera sólo saltos acíclicos. En relación a la duración del entrenamiento, el presente estudio implicó 6 semanas de entrenamiento y sólo dos de siete estudios reportaron mejoras en programas de dicha duración (Ramírez-Campillo

et al., 2015c y Michailidis et al., 2013). En cuanto al volumen, el estudio de Chaabene y Negra (2017) sugiere que podría haber un volumen máximo por encima del cual no se obtienen mayores beneficios en la capacidad de aceleración. El menor volumen utilizado por dicho estudio fue de 1280 saltos, volumen que alcanzan y superan los demás estudios (excepto el de Granacher et al., 2015), mientras que el presente estudio implicó un volumen de 850 saltos. En relación al estudio de Granacher et al. (2015), que sólo realizó 379 saltos, la edad de los participantes (15 ± 1 años) puede haber influido en la mejora obtenida con un programa de ese volumen. En este sentido, Asadi et al. (2018) sostienen que, durante la maduración, el desarrollo natural del rendimiento en sprint ocurre debido a un mayor tamaño muscular, mayor longitud de miembros inferiores, cambios en el tejido miotendinoso, mayor desarrollo neural y motor, y una mejor calidad de movimiento y coordinación. En su estudio, las mayores mejoras en el sprint de 20 m las obtuvieron los dos grupos de mayor edad ($14\pm 0,7$ y $16,6\pm 0,6$ años). En la misma dirección, Michailidis et al. (2013) sostienen que la maduración por sí misma puede contribuir a mejoras en el rendimiento durante la preadolescencia como se evidencia por las pequeñas mejoras en velocidad, fuerza y salto de los grupos de control en ciertos estudios y que la fuerza y potencia están asociadas a fluctuaciones en la edad, medidas somáticas y peso corporal. En conjunto, la duración y el volumen de entrenamiento pudieron no haber sido suficientes para generar efectos positivos sobre la capacidad de aceleración en los sujetos de este estudio, cuya edad promedio fue de 13,5 años al finalizar el programa. Además, Söhnlein et al. (2014), sostienen que sus resultados están en línea con otros estudios que sugieren que es más difícil mejorar la aceleración inicial que la máxima velocidad en jóvenes de pubertad temprana.

Respecto al tipo de saltos realizados, el estudio de Bouguezzi et al. (2018) sugiere que la ausencia de mejora en el sprint de 10 m se debe a la ausencia en su programa de ejercicios en el plano horizontal. En línea con esa idea, se ha demostrado que la incorporación de ejercicios horizontales durante el entrenamiento pliométrico probablemente tenga una función importante en la mejora de rendimiento de la aceleración, considerando la importancia de la producción y aplicación de fuerza horizontal en el sprint y el principio de especificidad del entrenamiento (Ramírez-Campillo et al., 2015c). Si bien en el presente estudio se realizaron saltos horizontales, representaron sólo un 20% del programa de entrenamiento (170 saltos), mientras que el 40% de los ejercicios se realizaron verticalmente y el 40% restante con saltos laterales. Este porcentaje podría no ser suficiente si se tiene en cuenta que en el estudio de Ramírez-Campillo et al. (2015c) los ejercicios en el plano horizontal ocuparon un 50% del programa (720 y 1080 saltos para el grupo sin progresión en la carga y para el grupo con progresión, respectivamente); que en el estudio de Granacher et al. (2015) un

52,25% del programa (198 saltos) implicó saltos a un obstáculo, que supone (aunque sea mínimo) un impulso horizontal; y que en los estudios de Meylan y Malatesta (2009), Negra et al. (2017a) y Chaabene y Negra (2017) la mitad del total de las sesiones estuvo destinada a mejorar el salto horizontal.

En relación al uso de saltos acíclicos, ninguno de los estudios que obtuvieron mejoras en los 10 m aclaran tiempos de micropausas, sugiriendo tal vez que las series de saltos se realizaban sin pausas entre repeticiones. En este sentido, si bien como se dijo anteriormente los investigadores coinciden en que el patrón motor de la aceleración es más dependiente de un CEA lento (como algunos de los ejercicios utilizados en el programa de este estudio), se realizaron micropausas de 8" entre saltos, tiempo que no refleja los tiempos de apoyos en una aceleración y que por lo tanto pudo hacer que sea menos efectivo el programa para mejorar esta capacidad.

5.3. Cambio de dirección

La comparación de los resultados de esta capacidad se hace difícil en tanto ninguno de los estudios encontrados utilizó el test de agilidad 505. Todas las investigaciones obtuvieron mejoras significativas en los distintos test realizados (Meylan y Malatesta, 2009; Michailidis et al., 2013; Söhnlein et al., 2014; Ramírez-Campillo et al., 2014a; Ramírez-Campillo et al., 2014b; Ramírez-Campillo et al., 2015b; Ramírez-Campillo et al., 2015c; Granacher et al., 2015; Negra et al., 2017a; Negra et al., 2017b; Chaabene y Negra, 2017; Bouguezzi et al., 2018; Negra et al., 2018). Las mejoras reportadas por los estudios que realizaron el test de Illinois – de 16 - 20 segundos – varían entre 3-3,5% (Negra et al., 2017a y Ramírez-Campillo et al., 2014a), mientras que los que realizaron el test de Illinois modificado – de 11 - 13 segundos – informaron mejoras entre 2 - 4,42% (Negra et al., 2017b y Bouguezzi et al., 2018). Otro test comúnmente utilizado es el T-Test. Los estudios que realizaron esta evaluación – 10 - 12 segundos – obtuvieron mejoras en los grupos de entrenamiento de 2,85 - 9,1% (Chaabene y Negra, 2017; Negra et al., 2018; Bouguezzi et al., 2018; Ramírez-Campillo et al., 2015c). Meylan y Malatesta (2009), como también Ramírez-Campillo et al. (2015b) y Michailidis et al. (2013), realizaron un test con cambios de dirección de 60° cada 2 m – 4 - 6 segundos –, mostrando mejoras 9,6% el primero, de 1,9 - 5,1% el segundo (aunque sólo la mejora del grupo de entrenamiento que combinó saltos horizontales y verticales fue significativa) y de 5% y 22,8% el último. La investigación de Granacher et al., (2015) utilizó el test de agilidad en "8" – de 8 - 9 segundos – y mostró mejoras aproximadas a un 3% con ambos grupos de entrenamiento. Ramírez-Campillo et al. (2014b) realizaron el test de agilidad en "L" – 7 - 8 segundos - y reportaron mejoras para los grupos de entrenamiento de 5,2 - 6,9%. Söhnlein et al. (2014) investigaron los

efectos sobre dos evaluaciones de agilidad: el test de agilidad con vallas – 10 - 12 segundos – y el test de ir y volver 5 veces 10 metros – 11 - 12 segundos –. Mientras que en el segundo test no hallaron cambios, en el primero de ellos encontraron mejoras luego de cuatro y ocho semanas de entrenamiento (las mejoras se detuvieron en la evaluación de la semana 12), obteniendo mejoras de 6,1%. En el presente estudio, en donde la evaluación realizada implicó tiempos de 2 a 3 segundos, en aquellas evaluaciones donde hubo mejora, los porcentajes son cercanos al límite inferior de los estudios antes mencionados. El GEU mostró mejoras en el cambio de dirección con pierna derecha (2% tomando el mejor valor y 2,2% tomando todos los intentos de los jugadores) pero no mostró mejoras en el cambio de dirección con pierna izquierda. Al revés de lo que sucedió con el GEB, el cual mostró mejoras en el cambio de dirección con pierna izquierda (3% tomando el mejor valor y 1,4% tomando todos los intentos), pero no en el cambio de dirección con pierna derecha. Sin embargo, dentro de cada grupo sólo uno de los sujetos mostró mejoras, excepto en el cambio de dirección con pierna izquierda tomando todos los intentos de cada jugador, en donde ambos sujetos del GEU mostraron mejoras.

Los estudios sugieren que las mejoras pueden deberse a adaptaciones neuromusculares como una mayor frecuencia y mejores patrones de descarga neural que favorecen el paso de la desaceleración a la aceleración (Granacher et al., 2015; Bouguezzi et al., 2018). En este sentido, habría una mayor eficiencia en el CEA (Chaabane y Negra, 2017). Otros factores asociados a la mejora en los cambios de dirección tienen que ver con una mayor tasa de desarrollo de fuerza, incrementos en la fuerza excéntrica del tren inferior (particularmente de la musculatura extensora de rodilla) y una disminución en el tiempo de contacto con el suelo debida a una mayor producción de fuerza y eficiencia de movimiento (Meylan y Malatesta, 2009; Michailidis et al., 2013; Negra et al., 2018; Ramírez-Campillo et al., 2014a; Ramírez-Campillo et al., 2014b; Ramírez-Campillo et al., 2015c; Söhnlein et al., 2014). Si bien en el presente estudio, todos los jugadores mostraron mejoras en el RSI, y por lo tanto, mejoraron el tiempo de contacto en relación a la producción de fuerza, esas mejoras no parecen transferirse directamente de manera tan clara a los cambios de dirección.

Ramírez-Campillo et al. (2015b) sostienen que las mejoras de su estudio pudieron haber sido menores a las obtenidas por Meylan y Malatesta (2009) precisamente porque este último usó ejercicios multidireccionales. En este sentido, uno de los motivos por los cuales los resultados sobre esta evaluación no se dan de manera uniforme en todos los sujetos del presente estudio puede estar vinculada al bajo volumen de ejercicios en dirección lateral del programa (170 con cada pierna el GEU y 170 a cada lado el GEB). Aunque la mayoría de los estudios mencionados obtuvieron

mejoras en las evaluaciones realizadas sin haber realizado ejercicios en dirección lateral, ninguna de ellas, excepto el test de ir y volver 5 veces 10 metros, exigía un cambio de dirección de 180° como sí lo hace el test 505. De hecho, el test de ir y volver 5 veces 10 metros, es la única evaluación que no mostró mejoras.

Söhnlein et al. (2014) sostienen que los cambios de dirección de 180° implican una acción similar a la del CMJ, es decir, asociado a un CEA lento. Esto coincide con los resultados del presente estudio en cuanto a que el GEU, que mostró mayor rendimiento y obtuvo mayores mejoras en el ABK con izquierda, fue el grupo que mejor rendimiento mostró en el cambio de dirección con la misma pierna. En cambio, el GEB fue el que mayores mejoras obtuvo en el ABK con derecha y también fue el que mostró mejoras en el cambio de dirección con dicha pierna.

6. LIMITACIONES Y CONCLUSIONES

La principal limitación de este estudio está relacionada al tamaño de la muestra, que no permitió establecer conclusiones con significatividad estadística. En relación al programa de entrenamiento, otra limitación podría ser la ausencia de ejercicios de activación de core en el acondicionamiento previo, que podría mejorar la pre-activación de este sistema funcional mejorando así la transferencia de fuerzas y por tanto del rendimiento en las sesiones de entrenamiento y en las evaluaciones.

A modo de conclusión, aunque se desconoce en este estudio si las mejoras observadas en las capacidades fueron debidas al entrenamiento pliométrico, lo cierto es que dichas mejoras existieron luego del período de 6 semanas de entrenamiento, reforzando lo mencionado por otros estudios en cuanto a que un programa de entrenamiento pliométrico puede mejorar las capacidades vinculadas al salto y en menor medida a la aceleración en jóvenes futbolistas. A diferencia de otros estudios, el programa de entrenamiento pliométrico se realizó previo al entrenamiento con la categoría y no como parte de este último. Esto quiere decir que el programa de entrenamiento del presente estudio significó un agregado de volumen que no implicó lesiones y que, por lo tanto, dicho volumen, podría ser seguro como complemento del entrenamiento en campo.

En este estudio se dio que en seis (tomando todos los intentos de los jugadores) y siete (tomando sólo el mejor intento) de las nueve evaluaciones de saltabilidad, el grupo que inició con un menor rendimiento (GEB) fue el grupo que mayores mejoras obtuvo.

En relación al principio de especificidad del entrenamiento, las mejoras observadas se dieron sobre todo y de manera más clara en las capacidades vinculadas a la saltabilidad (DJ20, RSI20 y ABK) y no tanto en la aceleración y el cambio de

dirección. Por lo tanto, si bien el entrenamiento pliométrico puede ser importante para mejorar la dimensión física de jóvenes futbolistas, con posibles efectos positivos sobre la aceleración y el cambio de dirección, es necesario trabajar de manera más específica estas últimas capacidades.

En cuanto a los diferentes efectos que puede haber entre un programa de entrenamiento unipodal y uno bipodal, es difícil llegar a alguna conclusión ya que ambos grupos mejoraron con el entrenamiento y no hubo un patrón común en los resultados en relación al tipo de entrenamiento realizado que permita establecer posibles diferencias. La única evaluación en la que podría establecerse alguna diferencia entre los grupos es en la aceleración, en la que sólo el GEU fue el que mostró mejoras en el promedio.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Álvarez, J. C. B., Villanueva, A. M., & Bishop, D. J. (2006). La capacidad para repetir esfuerzos máximos intermitentes: aspectos fisiológicos (I). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (114), 299-304.
- ❖ Atan, S. A., Foskett, A., & Ali, A. (2016). Motion analysis of match play in New Zealand U13 to U15 age-group soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(9), 2416-2423.
- ❖ Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Ed. Médica Panamericana.
- ❖ Barron, D. J., Atkins, S., Edmundson, C. J., & Fewtrell, D. J. (2016). Repeated acceleration activity in competitive youth soccer. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 14(2), 55-61.
- ❖ Barron, D. J., Atkins, S., Edmundson, C., & Fewtrell, D. (2014). Accelerometer derived load according to playing position in competitive youth soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 734-743.
- ❖ Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360.
- ❖ Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica* (Vol. 24). Editorial Paidotribo
- ❖ Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability—Part II. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756.
- ❖ Bompa, T. O. (2006). *Periodización del entrenamiento deportivo: programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes*. Barcelona: Paidotribo.
- ❖ Bompa, T. O. (2007). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. Editorial Hispano Europea.
- ❖ Bouguezzi, R., Chaabene, H., Negra, Y., Ramirez-Campillo, R., Jlalía, Z., Mkaouer, B., & Hachana, Y. (2018). Effects of different plyometric training frequency on measures of athletic performance in prepuberal male soccer players. *J Strength Cond Res*, 1.

- ❖ Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. *International journal of sports medicine*, 31(11), 818-825.
- ❖ Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International journal of sports medicine*, 31(10), 709-716.
- ❖ Chaabene, H., & Negra, Y. (2017). The effect of plyometric training volume on athletic performance in prepubertal male soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 12(9), 1205-1211.
- ❖ Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio/Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana
- ❖ Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.
- ❖ Cronin, J. B., & Radnor, J. M. (2019). 9 Plyometric training for young athletes. *Strength and Conditioning for Young Athletes: Science and Application*, 188.
- ❖ Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 760.
- ❖ de Villarreal, E. S. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- ❖ Dupont, G., McCall, A., Prieur, F., Millet, G. P., & Berthoin, S. (2010). Faster oxygen uptake kinetics during recovery is related to better repeated sprinting ability. *European journal of applied physiology*, 110(3), 627-634
- ❖ Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. *Sports medicine*, 41(8), 673-694.
- ❖ Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. *Journal of sports sciences*, 33(12), 1248-1258.
- ❖ Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Büsch, D., & Muehlbauer, T. (2015). The role of instability with plyometric training in sub-elite adolescent soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 36(05), 386-394.

- ❖ Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., & Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of sports sciences*, 28(13), 1391-1397.
- ❖ Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23-32.
- ❖ Marković, G. (2012). Plyometric training. In *Encyclopedia of Exercise Medicine in Health and Disease*. Springer.
- ❖ Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports medicine*, 40(10), 859-895.
- ❖ McMahon, S., & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Medicine*, 32(12), 761-784.
- ❖ McNeely, E. (2005). Introduction to plyometrics: Converting strength to power. *NSCA's Performance Training Journal*, 6(5), 19-22.
- ❖ Meira, E., & Brumitt, J. (2005). Plyometric training considerations to reduce knee injuries.
- ❖ Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Douglas, A., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. *Journal of sports sciences*, 29(5), 477-484.
- ❖ Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T. K., Simpson, B., & Peltola, E. (2010). Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation?. *Pediatric exercise science*, 22(4), 497-510.
- ❖ Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.
- ❖ Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., ... & Leontsini, D. (2013). Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 38-49.

- ❖ Moore, S. A., McKay, H. A., Macdonald, H., Nettlefold, L., Baxter-Jones, A. D., Cameron, N., & Brasher, P. M. (2015). Enhancing a somatic maturity prediction model. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(8), 1755-1764.
- ❖ Negra, Y., Chaabene, H., Fernandez-Fernandez, J., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Prieske, O., & Granacher, U. (2018). Short-term plyometric jump training improves repeated-sprint ability in prepuberal male soccer players. *J Strength Cond Res*, 10.
- ❖ Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Abbes, M. A., Hachana, Y., & Granacher, U. (2017a). Effects of plyometric training on physical fitness in prepuberal soccer athletes. *International journal of sports medicine*, 38(05), 370-377.
- ❖ Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Mkaouer, B., Hachana, Y., & Granacher, U. (2017b). Effects of plyometric training on components of physical fitness in prepuberal male soccer athletes: the role of surface instability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3295-3304.
- ❖ Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38.
- ❖ Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Physical fitness testing in youth soccer: Issues and considerations regarding reliability, validity, and Sensitivity. *Pediatric exercise science*, 27(3), 301-313.
- ❖ Plisk, S. S. (1991). Anaerobic metabolic conditioning: A brief review of theory, strategy and practical application. *J Appl Sport Sci Res*, 5(1), 22-34.
- ❖ Potach, D. H. (2004). Plyometric and speed training. *NSCA's*.
- ❖ Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., Moore, I. S., & Lloyd, R. S. (2018). The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Medicine*, 48(1), 57-71.
- ❖ Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Sanchez-Sanchez, J., Slimani, M., Gentil, P., Chelly, M. S., & Shephard, R. J. (2019). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of young male soccer players: Modulation of response by inter-set recovery interval and maturation status. *Journal of sports sciences*, 37(23), 2645-2652.
- ❖ Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2013). Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2714-2722.

- ❖ Ramírez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henríquez-Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015a). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1317-1328.
- ❖ Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015b). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
- ❖ Ramírez-Campillo, R., Henríquez-Olguín, C., Burgos, C., Andrade, D. C., Zapata, D., Martínez, C., ... & Izquierdo, M. (2015c). Effect of progressive volume-based overload during plyometric training on explosive and endurance performance in young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1884-1893.
- ❖ Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., ... & Izquierdo, M. (2014a). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342.
- ❖ Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Báez-SanMartín, E., ... & Izquierdo, M. (2014b). The effects of intersset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 287.
- ❖ Serpiello, F. R., Duthie, G. M., Moran, C., Kovacevic, D., Selimi, E., & Varley, M. C. (2018). The Occurrence of Repeated High Acceleration Ability (RHAA) in Elite Youth Football. *International journal of sports medicine*, 39(07), 502-507.
- ❖ Söhnlein, Q., Müller, E., & Stöggel, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2105-2114.
- ❖ Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
- ❖ Vallejo, N. G. (2011). Adaptaciones al entrenamiento aeróbico y anaeróbico. En *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones* (pp. 53-68). INDE Publicaciones.

❖ Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 1114-1122.

ANEXO

Estudio	Sujetos	Entrenamiento y Duración	N° saltos	Min a Máx Series x Reps y Pausas	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Meylan y Malatesta (2009)	25 V, G1: 13,3±0,6; G2: 13,1±0,6	2 v/s - 8 semanas 48 hs entre sesiones	No está claro	2-4 x 6 - 12 reps Macro: 90"	a) Grupo 1: grupo entrenamiento. b) Grupo 2: control La 1ra sesión de cada semana se orientó a la potencia vertical mientras que la segunda se hizo hacia la potencia horizontal. Los ejercicios no duraron más de 10" para asegurarse que la energía muscular proviniera de la degradación de fosfágenos.	Sprint lineal 10 m; Test de agilidad en zigzag; SJ; CMJ; Test de contacto; MB5.	El grupo 1 mostró mejoras significativas en el Sprint 10 m, Test de agilidad, CMJ y Test de contacto.
Michailidis et al (2013)	45 V, 10,6 ±0,5 años	2 v/s - 12 semanas 72 hs entre sesiones	No está claro	2-4 x 5-10 repeticiones Macro: 90-180"	a) Grupo 1: control. Entrenamiento de fútbol. 3 v/semana B) Grupo 2: brincos frontales y laterales, shuffles, coordinativos, skipping, saltos al cajón y DJ (desde 10 hasta 30 cm). 60 saltos por sesión las primeras 6 semanas, progresando hasta 120 saltos al final del entrenamiento.	Sprint lineal (10, 20 y 30m); SLJ; MB5; SJ; CMJ; DJ30; 10RM Sentadilla; Test de Wingate; Test de golpeo y Test de agilidad en zigzag.	El grupo 2 mostró mejoras significativas en todos los test excepto el Wingate. Si bien el grupo 1 mejoró en casi todos los test, sólo obtuvo mejoras significativas en sprint de 10 y 20 m.
Söhnlein et al (2014)	23 V, 11,2±14,7 años	2 v/s - 16 semanas 48 hs post partido y 72 hs entre sesiones	No está claro	2-5 x 6-16 repeticiones	a) Grupo 1: grupo de entrenamiento. b) Grupo 2: control. Progresión desde 112 saltos la 1ra semana hasta los 350 saltos en la semana 16. La 1ra sesión de la semana destinada a saltos verticales y horizontales. La 2da sesión destinada a saltos laterales.	Sprint lineal (5, 10, 20 y 30 m); SLJ; MB5; Cambio de dirección (Hurdle Agility Run Test); 5x10 m Shuttle Run Test.	El grupo 1 mostró mejoras significativas en todos los test excepto en el sprint de 10 m y en el 5x10 Shuttle Run. El grupo 2 mostró mejoras significativas en MB5 y el sprint de 20 y 30 m
Ramírez-Campillo et al (2014a)	76 V, 13,2±1,8 años	2 v/s - 7 semanas 48 hs	840	2 x 10 Micro: 15" Macro: 90"	a) Grupo 1: Control. Entrenamiento de fútbol. B) Grupo 2: DJ 20, 40 y 60 cm. 2 Series x 10 Reps de cada uno (60 saltos por sesión)	20 m sprint, Test de agilidad de Illinois, CMJ, DJ 20 y 40 cm (índice de fuerza reactiva), MB5, Test de golpeo máximo y tiempo de 2,4 Km.	Mejoras significativas en todos los tests excepto el de sprint para el grupo 2. Sin mejoras significativas en ningún test para el grupo control.

Tabla 7. Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.

Estudio	Sujetos	Entrenamiento Frecuencia y Duración	N° saltos	Min a Máx Series x Reps y Pausas	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Ramirez-Campillo et al (2014b)	54 V, 10,4±2,3 años	2 v/s - 7 semanas 48 hs	840	2 x 10 Micro: 15" Pausas activas a baja intensidad	a) Grupo 1: pausa entre series de 30" b) Grupo 2: pausa entre series de 60" c) Grupo 3: pausa entre series de 120" d) Grupo 4: control. 60 DJ por sesión (2 x 10 reps desde 20, 40 y 60 cm de altura.	CMJ, RSI20, RSI40, Cambio de Dirección (L-run Test), Sprint 20 m y Test de golpeo.	Mejoras significativas similares en los grupos 1, 2 y 3 en CMJ, RSI20, RSI40, Cambio de Dirección y Test de Golpeo. Ningún grupo de entrenamiento logró cambios significativos en el sprint 20 m.
Granacher et al (2015)	24 V, 15±1 años	2 v/s - 8 semanas Alternados pero sin aclarar	379	Desde 3 x 6 reps hasta 4 x 8 reps Macropausa: 2'.	a) Grupo 1: entrenamiento en superficie estable (379 saltos). b) Grupo 2: entrenamiento en superficie inestable (379 saltos). Se comenzó con 18 saltos en la 1ra sesión y 24 en la última.	CMJ, DJ30, RSI30, MB5, sprint lineal (cortes a los 10, 20 y 30 m), Test de agilidad en "8", Test de equilibrio a 1 pierna, Test de equilibrio en estrella y Test de equilibrio con perturbación mediolateral.	Ambos grupos obtuvieron mejoras significativas en casi todos los test con excepción de: tiempo entre los 10-20 m y 20-30 m, la excursión anteromedial de la pierna izquierda y las excursiones anteromedial y anterolateral de la pierna derecha. El tiempo de sprint de 0 a 30 m mostró una tendencia hacia la significatividad.
Ramirez-Campillo et al (2015a)	54 V, 11,4±2,2 años	2 v/s - 6 semanas No aclara	2160	Desde 2 x 5 reps hasta 6 x 10 Reps	a) Grupo 1: Control. b) Grupo 2: saltos verticales y horizontales bipodales (2160 saltos). c) Grupo 3: saltos verticales y horizontales unipodales (2160 saltos) d) Grupo 4: saltos verticales y horizontales unipodales y bipodales (2160 saltos)	ABK unilateral y bilateral, MB5, DJ 20 (IFR), test de golpeo máxima velocidad, sprint 15 y 30 m y agilidad, Yo-Yo de Recuperación Intermitente nivel 1 y equilibrio.	Mejoras significativas para los grupos 2, 3 y 4 en todos los test sin diferencias significativas entre los tratamientos. Grupo 4 rendimiento significativamente mayor en 13 de las 21 medidas de rendimiento comparado con el grupo 1. El grupo 3 y el grupo 2 sólo 6 y 3 respectivamente.

Tabla 7 (continuación). Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.

Estudio	Sujetos	Entrenamiento Frecuencia y Duración	Nº saltos	Min a Máx Series x Reps	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Ramirez-Campillo et al (2015b)	40 V, 10 a 14 años	2 v/s - 6 semanas 48 hs	2160	Desde 2 x 5 reps hasta 6 x 10 Repts Micropausa: 15" (para saltos acídicos). Macropausa: 60".	<p>a) Grupo 1: saltos verticales (2160 saltos).</p> <p>b) Grupo 2: saltos horizontales (2160 saltos).</p> <p>c) Grupo 3: combinado saltos horizontales y verticales (2160 saltos).</p> <p>d) Grupo 4: control.</p> <p>Todos los grupos de entrenamiento completaron la misma cantidad de saltos, comenzando en 120 por sesión hasta 240 por sesión.</p>	<p>ABK vertical y horizontal, MB5, RSI20, test de golpeo máximo, sprint lineal (15 y 30 m), Cambio de Dirección, Yo-Yo de Recuperación y Nivel Intermitente</p> <p>1 y tests de equilibrio.</p>	<p>El grupo 1 obtuvo mejoras significativas en todos los tests de saltos excepto en el MB5</p> <p>El grupo 2 obtuvo mejoras significativas en todos los tests de saltos excepto en el ABK vertical.</p> <p>Mostró también mejoras significativas en los sprints de 15 y 30 m.</p> <p>No hubo diferencias significativas entre los cambios de rendimiento de ambos grupos.</p> <p>El grupo 3 fue el único en el que se observaron mejoras significativas comparadas con el grupo de control en el test de golpeo máximo, sprint de 15 y 30 m y en el cambio de dirección.</p> <p>Todos los grupos de entrenamiento mostraron mejoras significativas en el Yo-YoRI1</p>
Ramirez-Campillo et al (2015c)	24 V, 13±2,3 años	2 v/s - 6 semanas 48 hs	1440 (G1) 2160 (G2)	Desde 2 x 5 reps hasta 2 x 10 reps Micropausa para saltos acídicos: 15". Macropausa: 60".	<p>a) Grupo 1: sin incremento progresivo del volumen (1440 saltos)</p> <p>b) Grupo 2: con incremento progresivo del volumen (24 reps más por semana) (2160 saltos)</p> <p>c) Grupo 3: control.</p> <p>Las sesiones incluan 2 series x 5-10 saltos cíclicos + 2 series x 5-10 saltos acídicos por 6 ejercicios. Los ejercicios consistian en saltos horizontales y verticales unipodales y bipodales.</p>	<p>ABK vertical, ABK horizontal bilateral y unilateral, RSI20, test de golpeo máximo, sprint lineal 10 m, Cambio de Dirección, Yo-Yo de Recuperación y Nivel Intermitente</p> <p>1.</p>	<p>El grupo 1 obtuvo mejoras significativas en ABK, ABK horizontal con pierna izquierda, RSI20, Cambio de Dirección y Yo-YoRI1.</p> <p>El grupo 2 obtuvo mejoras significativas en todos los tests realizados.</p> <p>El grupo 3 tuvo un incremento significativo en el Cambio de Dirección.</p> <p>Aunque en el grupo 2 las mejoras fueron mayores, no hubo diferencias significativas en los cambios de rendimiento entre los grupos 1 y 2.</p>

Tabla 7 (continuación). Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.

Estudio	Sujetos	Entrenamiento Frecuencia y Duración	N° saltos	Min a Máx Series x Reps	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Chaabene y Negra (2017)	25 V, G1: 12,68±0,23; G2: 12,72±0,27 años	2 v/s - 8 semanas 72 hs entre sesiones	G1: 1280 G2: 2560	G1: Desde 5 x 10 reps a 8 x 15 reps G2: Desde 9 x 12 reps a 14 x 15 reps	a) Grupo 1: bajo volumen. Desde 50-60 contactos por sesión en semana 1 hasta 110-120 contactos por sesión en semana 8 (1280 saltos). b) Grupo 2: alto volumen. Desde 110-120 contactos por sesión en semana 1 hasta 200-220 contactos por sesión en semana 8 (2560 saltos). En ambos grupos la 1ra sesión semanal se orientó al salto vertical y la 2da sesión al salto horizontal. 5 sesiones semanales de fútbol + 2 sesiones pliometría.	Sprint lineal (5, 10, 20 y 30 m), Cambio de Dirección (T-Test), SJ, CMJ y Salto Horizontal (Standing-long-jump)	Ambos grupos mostraron mejoras significativas en todas las evaluaciones sin diferencias significativas entre grupos.
Negra et al (2017a)	34 V, G1: 12,7±0,2; G2: 12,2±0,5 años	2 v/s - 8 semanas 72 hs entre sesiones y 48 hs post competencia	1280	Desde 5 x 10 reps a 8 x 15 reps Macro: 90"	a) Grupo 1: entrenamiento en superficie estable (1280 saltos). b) Grupo 2: entrenamiento en superficie inestable (1280 saltos). La 1ra sesión semanal se orientaba al salto vertical mientras que la segunda estaba dedicada al salto horizontal. Desde 50-60 contactos en la 1ra semana hasta 110-120 en la última.	CMJ, SLJ, sprint lineal (10, 20 y 30 m), Agilidad (Test Illinois), "Y" Balance Test (Equilibrio dinámico) estable e inestable y Stork Balance Test (Equilibrio estático) estable e inestable	Ambos grupos mostraron mejoras significativas en todas las evaluaciones a excepción del Stork Balance Test, en el cual el G1 no mostró mejoras significativas en ninguna de las dos modalidades (estable e inestable). No hubo diferencias significativas entre las mejoras de ambos grupos excepto por el Stork Balance Test, con resultados favorables para el G2 en ambas modalidades.
Negra et al (2017b)	33 V, G1: 12,1±0,5 v G2: 12,2±0,6 años	2 v/s - 8 semanas 72 hs entre sesiones	1360	Desde 4 x 6 hasta 6 x 10 reps por ejercicio. Macro: 90"	a) Grupo 1: entrenamiento en superficie estable. b) Grupo 2: entrenamiento en superficies estables e inestables. Desde 50 saltos por sesión en la 1ra semana hasta 120 saltos por sesión.	CMJ, Salto horizontal (Standing Long Jump), RSI con saltos múltiples, Sprint lineal 20 m, Test de agilidad de Illinois modificado y Test de equilibrio a 1 pierna estable e inestable.	Ambos grupos mostraron mejoras significativas en CMJ, Salto horizontal, Sprint lineal, Test de agilidad, Test de equilibrio estable e inestable. El grupo 2 mostró una mejora significativamente mayor que el grupo 1 en el test de equilibrio inestable. El grupo 2 mostró una reducción significativa en el RSI.

Tabla 7 (continuación). Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.

Estudio	Sujetos	Entrenamiento Frecuencia y Duración	N° saltos	Min a Máx Series x Reps	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Bouquezzi et al (2018)	30 V, G1: 11,32±0,27; G2: 12,27±0,33 años	8 semanas G1: 1 v/s G2: 2 v/s 72 hs entre sesiones y 48 hs post competencia	680	Desde 3 x 8 reps a 12 x 10 Macro: 90"	a) Grupo 1: sesiones de entre 7 a 19 minutos (680 saltos). b) Grupo 2: sesiones de entre 4 y 9 minutos (680 saltos). Desde 50 contactos hasta 120 por semana. Las sesiones incluían CMJ y saltos horizontales lineales y en zigzag con piernas juntas. Las primeras 4 semanas todos los saltos se hicieron bilaterales mientras que las últimas 4 semanas los saltos horizontales se hicieron bilaterales y unilaterales.	Sprint lineal (5, 10, 20 y 30 m), Cambio de Dirección (T-Test y Test Illinois Modificado), SJ, CMJ y Salto Horizontal (Standing-long-jump), RSI y Test de golpeo máximo.	Ambos grupos mostraron mejoras significativas en todas las evaluaciones excepto en los tiempos de 10, 20 y 30 m de sprint. No hubo diferencias significativas entre las mejoras de ambos grupos.
Negra et al (2018)	24 V, 12,7±0,2 años	2 v/s - 8 semanas 72 hs entre sesiones y 48 hs post competencia	1284	Desde 5 x 10 reps a 8 x 15 reps Macro: 90"	a) Grupo 1: control. Entrenamiento de fútbol. B) Grupo 2: 1 día de CMJs y 1 día de saltos horizontales. Progresión desde 50 contactos hasta 120 por sesión con 5 a 8 series de 10 a 15 Reps (1284 saltos).	DJ 20 y 40 cm, 3-hop Test (THT), sprint 20 m, T-Test y RSA (20 m ida y vuelta con 25" pausa pasiva)	Mejoras significativas dentro del grupo 2 en T-Test, DJ20, DJ40, THT y RSA total. Mejoras significativas entre grupos para el grupo 2 en T-Test, 20m sprint, DJ20, DJ40, THT, RSA mejor y total.
Asadi et al. (2018)	60 V, G1: 11,5±0,8; G2: 14±0,7 y G3: 16,6±0,6	2 v/s - 6 semanas 72 hs entre sesiones	720	2 x 10 reps Micro: 7" Macro: 120"	Grupo 1: a) pre-PVC y b) Control Grupo 2: a) mid-PVC y b) Control Grupo 3: a) post-PVC y b) Control 60 saltos por sesión - 2 x 10 Reps de DJ20, DJ40 y DJ60.	CMJ, Pico de potencia, Salto horizontal (Standing Long Jump), Sprint 20 m con y sin pelota.	Todos los grupos experimentales obtuvieron mejoras significativas en los todos los test. Tanto en el CMJ como en el Sprint 20 sin pelota el grupo 3a obtuvo mayores mejoras que el grupo 1a. El grupo 2a obtuvo mayores mejoras que el grupo 1a en el Sprint sin pelota

Tabla 7 (continuación). Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.

Estudio	Sujetos	Entrenamiento Frecuencia y Duración	Nº saltos	Min a Máx Series x Reps	Programa	Tests de capacidades	Resultados
Ramirez - Campillo et al (2019)	26 V, 10 a 17 años	2 v/s - 24 semanas de las cuales: 6 semanas de control, 6 semanas de entrenamiento, 6 semanas de recuperación, 6 semanas de entrenamiento. 48 hs entre sesiones	1008 por período de entrenamiento	Desde 2 x 4 reps a 2 x 8 reps	<p>Grupo 1: pre-PVC. 1a) 30" de pausa entre series en el primer período de entrenamiento; 120" en el segundo período de entrenamiento. 1b) Tiempos invertidos en relación a 1a.</p> <p>Grupo 2: post- PVC. 2a) y 2b) igual a 1a y 1b, respectivamente.</p> <p>La cantidad de saltos realizados por sesión en cada período de entrenamiento fue desde 56 en la 1ra semana hasta 112 en la 5ta semana y descendiendo a 84 en la 6ta semana, completando un total de 1008 saltos por período de entrenamiento.</p>	ABK, ABK Horizontal, RSI20 y Máxima velocidad de golpeo.	Se obtuvieron sólo pequeñas a moderadas mejoras en todos los grupos en todos los test.

Tabla 7 (continuación). Resumen de investigaciones de programas pliométricos con jóvenes.