



# Efectos de un programa de readaptación deportiva en un futbolista con reconstrucción de ligamento colateral medial

## Effects of a sports readaptation program in a football player with reconstruction of the medial collateral ligament

Lorena Esquivel-Espinosa<sup>1</sup> ; Misael Rivera-Echeverry<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Valle. Cali - Valle de Cauca, Colombia; e-mail: misael.rivera@correounivalle.edu.co

\*autor de correspondencia: misael.rivera@correounivalle.edu.co

**Cómo citar:** Esquivel-Espinosa, L.; Rivera-Echeverry, M. 2023. Efectos de un programa de readaptación deportiva en un futbolista con reconstrucción de ligamento colateral medial. Revista Digital: Actividad Física y Deporte. 9(2):e2306. <http://doi.org/10.31910/rdafd.v9.n2.2023.2306>

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

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

**Recibido:** julio 7 de 2022 **Aceptado:** mayo 1 de 2023 **Editado por:** Néstor Ordoñez Saavedra

### RESUMEN

**Introducción:** la lesión en los jugadores de fútbol es común, lo que se convierte en factor limitante para practicar el deporte, generando grandes pérdidas. **Objetivo:** en esta investigación, se describe el programa de readaptación deportiva en un jugador con reconstrucción de ligamento colateral medial. **Materiales y métodos:** corresponde a un reporte de caso observacional, descriptivo, longitudinal, que relaciona los efectos que tiene un programa de readaptación deportiva en un futbolista. **Resultados y discusión:** se comprueba la evolución progresiva del futbolista durante la aplicación del programa de readaptación deportiva, que se desarrolló a través de 4 mesociclos (16 microciclos), realizando un monitoreo, cuantificando variables significativas durante la progresión de la readaptación del jugador prelesión y poslesión, de acuerdo con la especificidad de las exigencias propias del fútbol. El uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) permitió realizar una evaluación de la carga externa, permitiendo establecer los procesos efectivos, mediante toma de decisiones apropiadas por todo el equipo interdisciplinario, después de sufrir una lesión y su retorno al entrenamiento y competencia. **Conclusiones:** el uso de la tecnología permite complementar los medios y los métodos que se vienen usando para el control de cargas, con el fin de monitorear y cuantificar la progresión del rendimiento en un jugador con una lesión deportiva, llegando a una evaluación rápida y objetiva la carga externa.

**Palabras Clave:** Control carga de entrenamiento; GPS; Lesiones deportivas; Lesión de ligamento cruzado; Readaptación deportiva.

### ABSTRACT

**Introduction:** Injury in soccer players is common, which becomes a limiting factor to practice the sport, generating large losses. **Objective:** In this research, the sports rehabilitation program is described in a player with reconstruction of the medial collateral ligament. **Materials and Methods:** Corresponds to an observational, descriptive, longitudinal case report that relates the effects of a sports rehabilitation program on a soccer player. **Results and discussion:** The progressive evolution of the soccer player is verified during the application of the sports rehabilitation program that was developed through 4 mesocycles (16 microcycles), carrying out a monitoring, quantifying significant variables during the progression of the readjustment of the player pre and post injury, according to the specificity of the demands of football. The use of GPS (Global Positioning System) allowed an evaluation of the external load, allowing the establishment of effective processes through appropriate decision-making by the entire interdisciplinary team, after suffering an injury and their return to training and competition. **Conclusions:** The use of technology allows to complement the means and methods that have been used for the control of loads in order to monitor and quantify the progression of performance in a player with a sports injury, reaching a quick and objective evaluation of the external load.

**Keywords:** Cruciate ligament injury; GPS; Return to train; Sports rehabilitation; Training load control.

## INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte popular; sin embargo, la lesión en los jugadores es común, lo que se convierte en factor limitante para practicar el deporte, ya que en jugadores de alto nivel equivale a grandes pérdidas, por lo que es necesario, desde el equipo interdisciplinario, generar medidas preventivas, para que los futbolistas rindan al máximo y minimicen el número de lesiones. Una vez presentada la lesión, se requiere un equipo de profesionales que intervengan de manera coordinada, para restaurar las habilidades atléticas del deportista.

En esta investigación, se logró describir el programa de readaptación deportiva en un jugador con reconstrucción de ligamento colateral medial, mediante el análisis de variables, que se estimaron incidentes en la evaluación durante la recuperación del deportista lesionado (distancia, tiempo, velocidad, aceleración y desaceleración, sprint), resaltando que no se encontraron muchas evidencias al respecto, haciendo de este trabajo un importante aporte, desde el punto de vista científico, en el control del entrenamiento deportivo.

La decisión de reincorporación del futbolista al equipo depende de distintas variables, pero, sobre todo, del criterio del profesional rehabilitador, estimando el logro y el rendimiento alcanzado en las diferentes fases del programa de recuperación. De otra parte, de los estudios rastreados sobre el tema, se pueden destacar:

Salvador Cañadas (2017), llevó a cabo un estudio para profundizar en el proceso de readaptación por lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas aficionados y el rol del readaptador físico deportivo, como integrante de un equipo interdisciplinario en las distintas fases de la rehabilitación. A través de un método descriptivo explica cómo se produce la lesión y las consecuencias de esta.

Paredes Hernández (2009), en su investigación con un equipo de fútbol profesional de 2ª. división "B" de la comunidad de Madrid, durante el período 2006-2007, en el cual, se presentaron 17 lesiones, en la fase de tratamiento y rehabilitación.

Varley *et al.* (2017), se propusieron determinar la influencia de diferentes técnicas y ajustes para detectar esfuerzos de alta intensidad, utilizando datos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Se registraron datos de velocidad y de aceleración de un partido de fútbol profesional, mediante 10-Hz GPS.

Se concluyó, que las lesiones del ligamento colateral medial se ven con frecuencia en pacientes con lesión traumática de rodilla. La toma de historia tiene un valor diagnóstico, mientras que agregar un examen físico aumenta el valor diagnóstico (Kastelein *et al.* 2008).

Bacon & Mauger (2017) examinaron la previsibilidad de lesiones por uso excesivo en jugadores profesionales de fútbol juvenil y usaron variables de volumen e intensidad derivadas de los Sistemas de Posicionamiento Global. Este estudio demostró que la distancia recorrida en el entrenamiento y los partidos pueden

afectar la incidencia de lesiones, por uso excesivo en jugadores de fútbol juveniles, por lo que se concluye, que los entrenadores deben tratar de monitorear las cargas de entrenamiento de los jugadores e incorporar esta métrica en su toma de decisiones, para proteger a los jugadores de lesiones por uso excesivo.

De acuerdo con Pérez Cunalata (2018), el programa propioceptivo de entrenamiento tiene beneficios altos en la mejoría de la estabilidad dinámica de la rodilla en lesiones de ligamento cruzado anterior.

Rosales Estrada (2018) determinó que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior tuvo excelentes logros en el 17 % de los pacientes; en un 59 %, los resultados fueron Buenos; en el 18 %, regulares y malos, en el 6 % de ellos. El 12 % presentó complicaciones posquirúrgicas y al 35 % de pacientes, se les hizo fisioterapia. Se concluyó que, más del 75 %, obtuvo un resultado de bueno a excelente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipo y diseño de estudio.** Corresponde a un reporte de caso observacional, descriptivo y longitudinal. El estudio da cuenta de la situación individual de un futbolista perteneciente a categoría 1 A, que se desempeña como volante ofensivo, con dominancia derecha.

Durante el partido de competencia sufrió trauma directo súbito en valgo de rodilla derecha. En la resonancia magnética, se observó ruptura en la porción tibial del ligamento colateral medial, por lo que fue intervenido quirúrgicamente y se le realizó sutura de ligamento colateral medial rodilla derecha y se evidenció contusión meniscal de rodilla derecha.

**Técnicas e instrumentos de recolección de información.** El instrumento utilizado para la medición del trabajo del atleta consistió en un sistema de navegación global por satélite (GNSS), diseñado para funcionar en condiciones exigentes de deportes de equipo. El análisis de la actividad física realizada durante los entrenamientos, se llevó a cabo mediante un sistema de posicionamiento global MinimaxX, v.4.0, Catapult Innovations. El dispositivo GPS, se activó 15 minutos antes del inicio de cada sesión de entrenamiento, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Después de grabar, los datos fueron descargados a una PC y analizados, utilizando el paquete de software Logan Plus v.4.4 La HR de la capacitación se evaluó utilizando un sistema de telemetría de corto alcance (Equipo Polar Sistema, Polar Electro Oy, Finlandia). Se evaluó la FC máxima individual (FC máx Total de sesiones monitoreadas).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, se aplicó el protocolo de rehabilitación y readaptación físico-deportiva a un jugador que sufrió lesión de rodilla, el cual, consiste en un programa especial de entrenamiento deportivo, adaptado al tipo y al grado de lesión, basado en el plan de trabajo, aplicado al grupo de jugadores regulares.

Tanto la valoración clínica como funcional, aportaron información útil y complementaria; se diferencian, en que el clínico implica una parte del cuerpo y da información sobre una única estructura, mientras que el funcional, a través del movimiento específico, integra al deportista globalmente y da información sobre la habilidad de rendir en tareas específicas del deporte.

Se describe el protocolo, los criterios de seguimiento y las herramientas de control que se aplicaron en el jugador lesionado de rodilla, durante el tiempo de rehabilitación y readaptación físico-deportiva.

**Fase inicial:** Comprendió cinco microciclos, en los que, progresivamente, se ejecutan actividades nivel de carga básico, entre el 15 y 20 %, que corresponde a una carga de recuperación, en la que se desarrollan actividades planificadas por microciclos de 7 días, con inmovilizador articulado en rodilla afectada

**Fase intermedia:** Comprendió cuatro microciclos, en los que, progresivamente, se ejecutaron actividades nivel de carga básico entre el 15 y 20 %, que correspondió a una carga de recuperación y nivel de carga media entre el 40 - 60 %, que se relacionó a una carga de mantenimiento, en la que se desarrollan actividades planificadas por microciclos de 7 días y alcanza actividades de caminata, trote estático y trote continuo, usando inmovilizador articulado y tenis. Control cargas (mínimo y máximo alcanzado para cada variable) de trabajo en campo en distancia, en velocidad y en caminata, corriendo a 12, 16, 18, y 24 km/h; no se realizan estímulos en esta etapa, Player Load PL y aceleraciones, desaceleraciones.

**Fase final:** Comprendió cuatro microciclos, en los que, progresivamente, se ejecutaron actividades nivel de carga media entre el 40 - 60 %, que correspondió a una carga de mantenimiento, en la que se desarrollaron actividades planificadas por microciclos de 7 días y comprendió actividades de carrera continua e intervalada, controlándose volumen de trabajo para distancia, velocidad entre 7 y 24 km/h, PL, aceleración máxima y submáxima, desaceleración máxima y submáxima.

En cuanto a las variables examinadas, distancia, duración y velocidad, se encontró lo siguiente:

Para la variable duración total, se observó un incremento del 39,90 % entre la fase inicial y la intermedia que, luego, fue disminuida en un 20,80 % respecto a la fase intermedia y la final; esta disminución se debe al aumento de la intensidad del trabajo, por lo cual, el volumen es inversamente proporcional para no desencadenar desbalance entre volumen e intensidad que generen sobrecarga de trabajo que, hasta el momento, ha sido muy progresivo. Finalmente, se incrementó de nuevo la variabilidad un 69 % entre la fase final y de entrenamiento; precisamente, los contenidos de la etapa final y de entrenamiento tienden a ser similares dentro de la progresividad tendiendo a la adaptación real de juego.

En la tabla 1, se observa que entre la fase intermedia y final hubo un incremento progresivo entre las variables corriendo correspondiente a +12, +16, +18 km/h, sin alcanzar registro en velocidades de más de

24 km/h, debido a que el protocolo de readaptación deportiva para la reconstrucción de ligamento colateral medial, así lo determina. Dentro del protocolo que se aplica en la readaptación deportiva de un deportista con reconstrucción de ligamento colateral medial solo se autorizan velocidades mayores a 24 km/h, a partir de la fase final y no desde la fase inicial e intermedia; por esta razón, no se registra porcentaje entre fase inicial e intermedia, ni entre fase intermedia y final. La intensidad que se aplicó en las variables de distancia, de velocidad, de aceleración y de desaceleración aumentaron, de tal forma, que el deportista durante la ejecución del protocolo de readaptación deportiva evolucionará respecto a la intensidad y al volumen en mayor proporción en la etapa intermedia, debido a que, el pasar de caminar a correr, genera una carga externa importante, que se mantiene durante la fase intermedia y ya en la final aumenta nuevamente, debido a que se pretende alcanzar una carga de trabajo lo más cercana posible al nivel de desempeño propio del deportista, antes de lesionarse.

Como se observa en la figura 1, en la fase inicial de rehabilitación, el jugador realizó casi la totalidad de actividades caminando y en las siguientes fases aumentó progresivamente las actividades corriendo, hasta alcanzar el 58,71 y el restante, caminando.

Respecto a la variable corriendo en diferentes zonas (velocidades) establecidas por el GPS, que se han consensuado entre el grupo de preparadores físicos del grupo al que pertenece el deportista, basado en la literatura concerniente al entrenamiento específico del fútbol. Para esta variable, no se planificaron actividades que correspondieran a estas velocidades durante la primera fase (en donde priman los principios de reversibilidad e individualidad), pero a partir de la fase intermedia, se prescriben estímulos de velocidad, lográndose observar un aumento progresivo en cada una de las zonas de velocidad establecidas, tanto en volumen como en intensidad de cargas de trabajo (Figura 2).

Las variables aceleración y desaceleración, expresadas en  $m/s^2$ , registran un comportamiento de esperarse, según el protocolo durante el programa, teniendo presente los principios de continuidad durante todas las fases con la correspondiente progresividad, adaptabilidad y carácter cíclico (Figura 3).

Con relación al Player Load (Figura 4), que es la variable que indica si la carga de entrenamiento sobrepasa el nivel de rendimiento individual y agota las reservas del organismo (el resultado será negativo) o si la carga no fue suficiente tampoco habría progreso, por lo cual, en la actualidad, el control del entrenamiento, utilizando la tecnología GPS, permite proporcionar rápidamente una evaluación objetiva de la carga externa durante sesiones de entrenamiento, mediante el indicador PL, el cual, es un nuevo indicador de la carga externa. El cálculo de la carga del deportista tiene en cuenta la aceleración hacia adelante, lateral y hacia arriba, es decir, es un indicador de cambios de aceleración dividido por un factor de escala, calculándose por la fórmula que se observa en la diapositiva. El juego entre intensidad, volumen y densidad da la ondulación de la carga durante el macro - meso, micro y sesión de entrenamiento.

De acuerdo con la observación en readaptación del deportista con reconstrucción de ligamento colateral medial, expuesto a un programa de entrenamiento, se hizo una programación por etapas (Figura 5), donde en la etapa inicial se logran actividades nivel de carga básica entre el 15 y 20 %, que corresponde a una carga

de recuperación, en la que se desarrollan actividades planificadas por microciclos de 7 días; en estos microciclos se fortalecen los miembros superiores y tronco, además de aplicar cargas tolerables, trabajo en bicicleta y no se permite correr, ni velocidades mayores a 4 km.

Tabla 1. Porcentaje de variabilidad entre fases respecto las variables de velocidad.

	Fase intermedia-final	Fase final de entrenamiento
7 a 12 km/h	271 %	122,30 %
12,1 a 16 km/h	926,10 %	100 %
16,1 a 18 km/h	2854,3 %	101,50 %
18,1 a 24 km/h	0 %	128,90 %

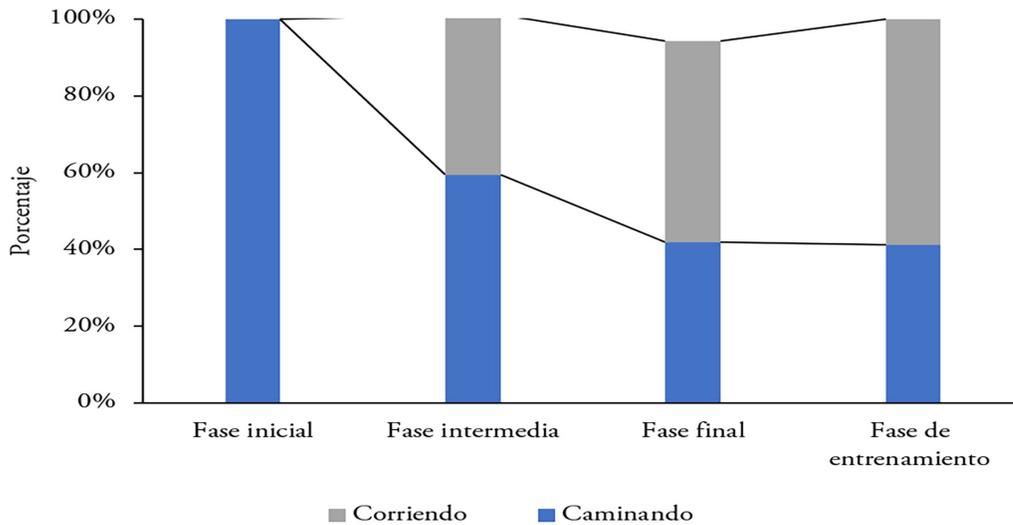


Figura 1. Proporción porcentual entre caminar y correr respecto a la distancia total recorrida.

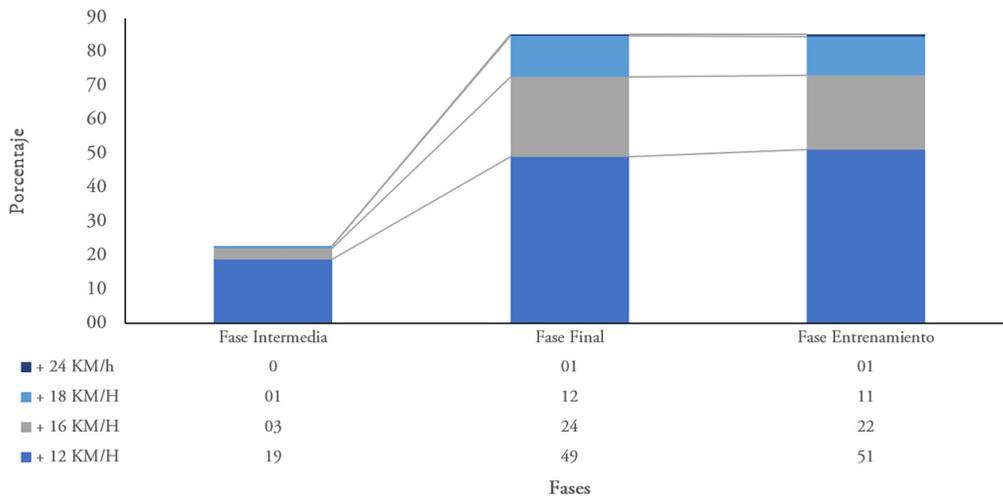


Figure 2. Illustration of ranking of transfer balance without homegrown sales revenue.



Figura 3. Progresividad de las variables de aceleración y desaceleración en un futbolista con reconstrucción de ligamento colateral medial. a) aceleración ( $m/s^2$ ); b) desaceleración ( $m/s^2$ )

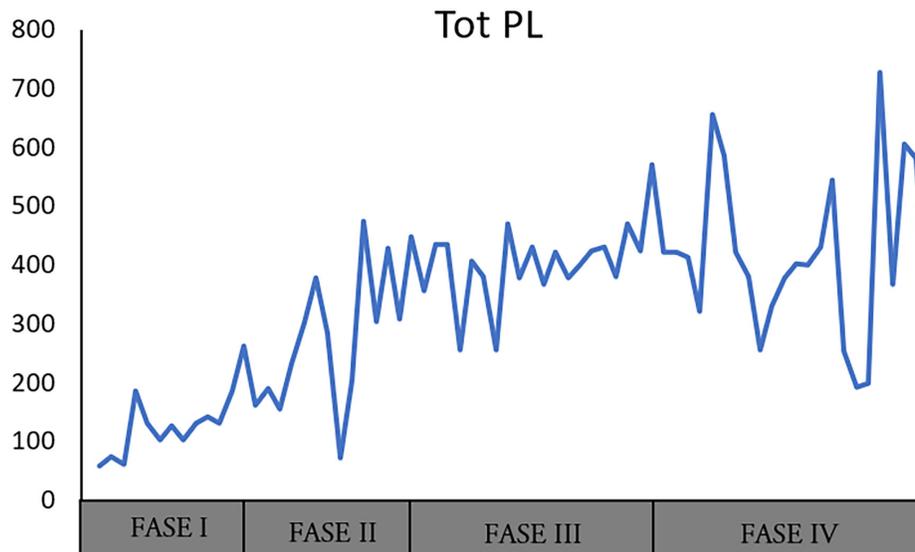


Figura 4. Progresividad de la variable Player Load (PL). Fase I.

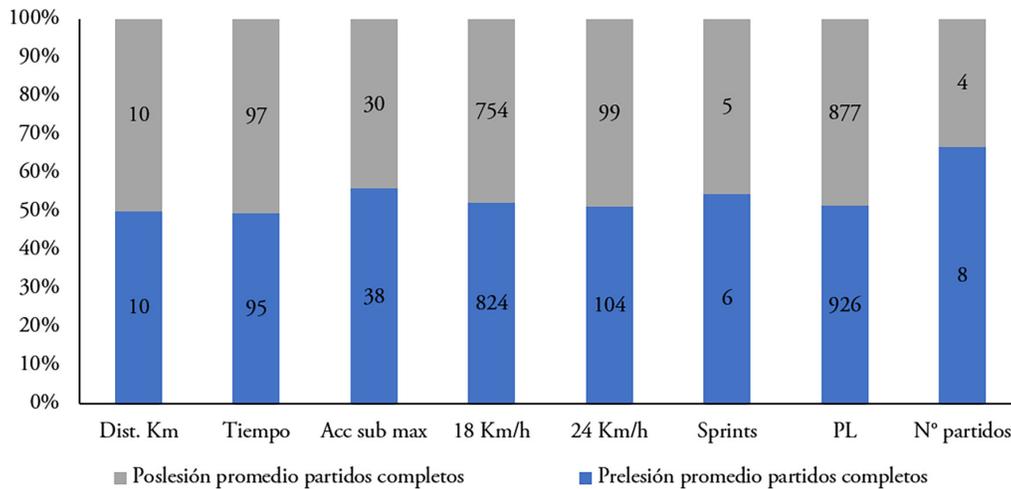


Figura 5. Equivalente porcentual preesión y posesión para las variables en estudio del programa de readaptación deportiva para lesión en ligamento colateral medial durante participación en partidos completos. Dist. Distancia; Acc. Aceleración; PL. Player load

En la fase intermedia, el trabajo comienza con actividades de carga básica y carga intermedia, no mayor al 60 %, que corresponde a una carga de mantenimiento, donde se desarrollan actividades de caminata, de trote estático y de trote continuo promedio

El trabajo realizado en las diferentes fases de esta investigación es compatible con lo expuesto con Salvador Cañadas (2017), quien introduce tres fases: aguda, que comienza con movilización pasiva, tratando de controlar el dolor; en la fase subaguda, comienza marcha normal y ejercicios de potenciación muscular; en la etapa final o de recuperación, donde se introducen cambios de dirección y velocidad, aumentando la marcha.

Por otro lado, al evaluar las variables planteadas, se observó que la distancia total en la fase inicial a intermedia tuvo un desempeño por encima del 100 %, lo que indica una buena respuesta por parte del deportista, siguiendo el mismo ritmo para la fase intermedia a final; ya para la fase final e ingreso al entrenamiento incrementó la distancia recorrida a un 90,1 % respecto a la anterior fase, indicando una mejoría visible, a partir del programa de entrenamiento para la variable distancia; sin embargo, es necesario que se monitoreen las cargas de entrenamiento, para protegerlos de lesiones por uso excesivo (Bacon & Mauger, 2017).

De igual manera, en el estudio de Bacon & Mauger (2017), se demostró que la distancia recorrida en el entrenamiento y los partidos pueden afectar la incidencia de lesiones, por lo que los entrenadores deben tratar de monitorear las cargas de entrenamiento de los jugadores e incorporar esta métrica en su toma de decisiones, para proteger a los jugadores de lesiones.

En cuanto a la variable velocidad máxima en su fase inicial a intermedia, el rendimiento fue del 137,40 %, disminuyendo un poco en la fase intermedia – final, pero sosteniéndose en un nivel aceptable durante la fase final – entrenamiento (77,9 %). En la variable duración total, el rendimiento solo fue del 39,9 %, en la fase inicial a intermedia, que luego disminuyó en un 20,80 %, en la fase

intermedia final, donde, según los protocolos, es normal, porque se aumenta la intensidad del trabajo y no se quiere generar sobrecarga de trabajo; esta disminución se debe al aumento de la intensidad del trabajo, por lo cual, el volumen es inversamente proporcional para no desencadenar desbalances entre volumen e intensidad que generen sobrecarga de trabajo que, hasta el momento, ha sido muy progresivo; sin embargo, ya en la etapa final y entrenamiento la duración aumentó en un 69 %. Lo anterior, también se evidenció en el trabajo de Varley *et al.* (2017), donde encontraron una disminución exponencial en el número de todos los esfuerzos a medida que aumenta la duración mínima, independientemente, del método de filtrado, con los mayores descensos en los esfuerzos de aceleración.

De otra parte, el entrenador debe tener un criterio sobre la decisión de incorporar nuevamente al deportista al juego, debido a que esto debe depender de su progreso en la rehabilitación, lo que concuerda con lo propuesto por Kim *et al.* (2016), al describir que la decisión de regreso al juego, se debe basar en la progresión de la rehabilitación, evitando predicciones definitivas sobre el tiempo de regreso.

De igual manera, a medida que pasa de una fase a otra, aumenta el nivel de carrera respecto a la caminata, la cual, va disminuyendo. Al igual que en el trabajo de Paredes Hernández (2009), se fue cuantificando la carga, a medida que pasaba de una fase a otra, teniendo en cuenta las variables intensidad, volumen y densidad, observando una mejoría en la readaptación deportiva con el programa de ejercicios.

## CONCLUSIONES

Se logró verificar la evolución progresiva del deportista identificando claramente la incidencia de los principios del entrenamiento deportivo del jugador a la largo del proceso de readaptación deportiva, mediante el programa de readaptación deportiva, a través de los 4 mesociclos (fases) y 16 microciclos.

El uso de la tecnología permite complementar los medios y los métodos que se vienen usando para el control de cargas, con el fin de monitorear y cuantificar la progresión del rendimiento, en un jugador con una lesión deportiva, llegando a una evaluación rápida y objetiva la carga externa, permitiendo establecer los procesos efectivos, mediante toma de decisiones apropiadas por todo el equipo interdisciplinario, en la preparación del deportista a su retorno al entrenamiento y competencia.

## REFERENCIAS

1. BACON, C.S.; MAUGER, A. 2017. Prediction of overuse injuries in professional U18-U21 footballers using metrics of training distance and intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(11):3067-3076. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001744>
2. KASTELEIN, M.; WAGEMAKERS, H.P.A.; LUIJSTERBURG, P.A.J.; VERHAAR, J.A.N.; KOES, B.W.; BIERMA-ZEINSTR, S.M.A. 2008. Assessing medial collateral ligament knee lesions in general practice. *The American Journal of Medicine*. 121(11):982-988. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2008.05.041>
3. KIM, C.; CHASSE, P.M.; TAYLOR, D.C. 2016. Return to play after medial collateral ligament injury. *Clinics in Sports Medicine*. 35(4):679-696. <http://doi.org/10.1016/j.csm.2016.05.011>
4. PAREDES HERNÁNDEZ, V. 2009. Método de cuantificación en la readaptación de lesiones en fútbol. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Madrid. 235p.
5. PÉREZ CUNALATA, A.O. 2018. Efecto del entrenamiento propioceptivo sobre la estabilidad dinámica en la rehabilitación del Ligamento Cruzado Anterior. Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Terapia física. Universidad Técnica de Ambato. 80p.
6. ROSALES ESTRADA, J.F. 2018. Resultados de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Trabajo de grado para optar al título de Médico y Cirujano en el grado académico de Licenciado. Universidad Rafael Landívar. 77p.
7. SALVADOR CAÑADAS, J.M. 2017. Readaptación deportiva en lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas amateur. Grupo Sobre Entrenamiento.
8. VARLEY, M.C.; JASPERS, A.; HELSEN, W.F.; MALONE, J.J. 2017. Methodological considerations when quantifying high - intensity efforts in team sport using Global Positioning System Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(8):1059-1068. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0534>