

**DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EXTERNAS DE ENTRENAMIENTO
MEDIANTE GPS EN FUTBOL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE
LESIONES**

Autor:

Nicolas Cruz Sánchez

Asociación Deportivo Cali

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

Postgrado Medicina del Deporte

Bogotá enero 2020

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE GPS EN FUTBOL Y SU RELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE LESIONES

Investigador Principal:

Nicolas Cruz Sánchez

Asesores Temáticos:

Dr. Oscar Humberto Ortiz Maluendas

Dr. Camilo Ernesto Povea Combariza

Dr. Alexander Peña Pineda

Pf. Hernando Arias Londoño

Asesores Metodológicos:

Dr. Oscar Humberto Ortiz Maluendas

Dr. Alberto Lineros Montañez

Asociación Deportivo Cali

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

Postgrado Medicina del Deporte

Bogotá enero 2020

Agradecimientos

A la Asociación Deportivo Cali y la Universidad El Bosque.

A mis asesores, los doctores Oscar Ortiz, Camilo Povea, Alberto Lineros, Alexander Peña por todas las asesorías, correcciones, sugerencias y horas dedicadas a la consecución de esta tesis.

Al doctor Oscar Ortiz, por el interés y dedicación.

Guía de Contenidos

Lista de Figuras y tablas	5
Introducción	6
Marco teórico	7
Problema	19
Justificación	20
Objetivos	21
Propósito	22
Metodología	23
Materiales y Métodos	27
Análisis Estadístico	28
Aspectos Éticos	32
Resultados	33
Discusión	47
Conclusiones	59
Limitaciones	61
Anexos	62
Referencias	64

Lista de Figuras

Figura 1: Ecuación para cálculo de *Player Load* (página 11)

Figura 2: Relación aguda crónica y riesgo de lesión (página 16)

Figura 3. Bloques de análisis de acuerdo con lesión de jugadores a lo largo de la temporada (página 29)

Figura 4: Comparación de distancias recorridas entre lesionados y no lesionados en las semanas de seguimiento y a diferentes velocidades 16 a 17 km/h (página 35)

Figura 5: Comparación de distancias recorridas entre lesionados y no lesionados en las semanas de seguimiento y a diferentes velocidades 18 a 20 km/h (página 36)

Figura 6: Comparación de distancias recorridas entre lesionados y no lesionados en las semanas de seguimiento y a diferentes velocidades >21 km/h (página 37)

Figura 7: Comparación de distancias total recorrida entre lesionados y no lesionados en las semanas (página 38)

Figura 8. Distancia total recorrida a intensidad 18km/h en lesionados y no lesionados (página 39)

Figura 9. Distancia total recorrida en lesionados y no lesionados (página 39)

Figura 10. Porcentaje de lesionados a intensidad 16 y 21 km/h teniendo en cuenta si relación aguda crónica es o no mayor a 1. (Página 43)

Lista de tablas

Tabla 1. Z scores para distancias recorridas en seguimiento semana 1, semana 2, semana 3 y semana 4. Y metros totales recorridos en el mes. (página 34)

Tabla 2. OR para lesión en jugadores con mayor distancia recorrida en semanas previa a lesión. (Página 40)

Tabla 3. OR para lesión en jugadores con mayor distancia recorrida en semanas previas a lesión (página 41)

Tabla 4. OR para relación aguda crónica y presencia de lesiones (página 43)

Tabla 5. Clasificación de lesiones por 1000 horas de exposición (página 47)

Introducción

El entrenamiento de un deportista de alto rendimiento debe ser un proceso continuo de progreso y mejora de todas sus cualidades y enfocado en lograr el mejor rendimiento posible en sus competencias y entrenamientos. Adicionalmente desde el advenimiento de la tecnología, este proceso puede ser seguido de cerca por todo un equipo de profesionales de apoyo, quienes evalúan un sin número de parámetros que serán útiles para potenciar las capacidades del deportista y llegar al máximo rendimiento de una forma más eficiente.

La relación que existe entre una carga aplicada al deportista y su respuesta desde el punto de vista fisiológico, metabólico y físico es un tema de gran interés. Un adecuado balance entre esta carga aplicada al deportista y el descanso puede asegurar no solamente un mejor rendimiento, sino que además permite prevenir la aparición de fatiga inductora de lesiones o de disminución del estado de forma. Por otro lado, un balance inadecuado puede sobrellevar al desarrollo de lesiones.

El monitoreo de estas cargas aplicadas al deportista tiene interés para el medico de equipo, como miembro activo de un grupo multidisciplinario, dado que puede revelar de forma objetiva cuándo se está llevando al deportista a mayor riesgo de desarrollar una lesión.

El enfoque de este trabajo será en entender la aplicación de una tecnología novedosa para medir las cargas a las que se expone un futbolista y sobre todo su potencial relación con el riesgo de desarrollar una lesión.

Marco Teórico

Monitorización del Deportista

La monitorización de entrenamiento de atletas en los diferentes niveles de participación en deportes, desde amateur hasta elite, se ha convertido en los últimos en una de las estrategias más valiosas; así como una herramienta integral para el preparador físico, entrenador y médico del equipo; desde cada una de sus áreas. Teniendo en cuenta la información que pueden aportar las diferentes estrategias de monitorización, es de suma importancia conocer el amplio rango de utilidad y aplicación que tienen los diferentes sistemas de monitorización.

Desde el punto de vista de uso de estas estrategias de monitorización existen unas preguntas que la persona en contacto con el atleta debe buscar responder adecuadamente: ¿Por qué se debe monitorizar? ¿Qué utilidad tiene la monitorización? ¿Cómo usar el programa de monitorización? ¿Cómo integrar la información obtenida con el entrenamiento?

(1)

La respuesta a todas estas preguntas no es una sola y no es simple, sin embargo, hay que tener en cuenta que el objetivo final que se busca con todas y cada una de las estrategias de monitorización es mejorar el rendimiento del deportista.

La monitorización del deportista se puede realizar teniendo en cuenta diferentes variables que serán útiles para evaluar ciertos parámetros del entrenamiento del atleta y en momentos estratégicos de la temporada o del entrenamiento, ya sea evaluando sesiones de entrenamiento, durante la pretemporada, antes de una competencia, después de una

competencia, a lo largo de toda la temporada y para evaluar y/o hacer seguimiento después de una lesión. (1)

La evaluación del progreso del deportista, así como de su respuesta y su adaptación al entrenamiento, es una parte fundamental de la monitorización. Tener información de la condición del deportista en dos puntos distintos de la temporada permite evaluar y modificar las intervenciones realizadas. Por otro lado, encontramos que el monitoreo se puede llevar a cabo de forma continua, en este caso la cantidad de información es mayor y se puede utilizar de forma objetiva para la toma de decisiones (p. ej. modificación del entrenamiento en la semana) que impacten positivamente el rendimiento del atleta.

Una de las razones para invertir recursos en el monitoreo del deportista se basa en reducir el riesgo de lesión. El balance entre el estrés aplicado al deportista con las sesiones de entrenamiento y la recuperación posterior ellas deben ser el ideal. En la literatura existen múltiples estudios que evalúan el efecto del aumento del volumen, intensidad y frecuencia de entrenamiento en la mejoría del rendimiento.

En natación se encontró que una mayor intensidad de entrenamiento se asocia a mejoría del rendimiento. (2). Por otro lado, en corredores se encuentra que mayor volumen semanal de entrenamiento se asocia con mayor rendimiento y mejor economía de carrera. (3)

En otro estudio realizado en nadadores competitivos se encuentra que a mayor volumen realizado (distancia recorrida) por entrenamiento y a mayor intensidad, se asocia con mejoría del rendimiento. (4)

La contraparte a estos hallazgos es la asociación de altas cargas de entrenamiento con la presencia de lesiones. En un estudio realizado en jugadores de rugby se encontró una

asociación entre el aumento de la intensidad, duración y carga de partido (calculada con intensidad por tiempo de participación en el partido) con aumento de presencia de lesiones.

(5)

Así mismo en jugadores de futbol australiano, una mayor distancia acumulada y mayor distancia recorrida en un periodo de tres semanas, monitorizado con GPS, se asocia a mayor presencia de lesiones. (6)

Teniendo lo anterior claro, es importante entender que las cargas de entrenamiento se pueden medir de diferentes maneras. La carga, como la define Gabbet et al se refiere la cantidad acumulada de estrés que se le aplica a un individuo, como consecuencia de sesiones de entrenamiento y competencias en un periodo de tiempo. (7)

La carga externa hace referencia a factores como distancia recorrida, velocidad alcanzada, duración de la sesión, peso levantado, numero de repeticiones e intensidad de un esfuerzo, en otras palabras, el esfuerzo al que se expone al deportista (8).

Por otro lado, la carga interna se refiere al estrés fisiológico y psicológico al que está expuesto durante la sesión y lo que a largo plazo se asociara a adaptación del deportista a su entrenamiento. La percepción subjetiva del esfuerzo del atleta, la frecuencia cardiaca y los marcadores sanguíneos son ejemplos de mediciones de carga interna (8).

Al aplicar la misma carga externa en diferentes atletas se obtiene una carga interna totalmente diferente, revelando que el estímulo puede ser apropiado para algunos o demasiado alto o bajo para otros (8).

GPS y su Aplicación en Deporte

El dispositivo GPS (global positioning system) es una de estas estrategias de monitorización de carga externa, que permite el seguimiento de los atletas de forma

tridimensional en actividades aéreas, acuáticas o en campo (9) y que previamente ha sido utilizado para realizar una caracterización del movimiento que realiza el deportista teniendo en cuenta, entre otras cosas: la posición del atleta, la velocidad, la distancia recorrida, la distancia a alta intensidad y la distancia a baja intensidad para definir el perfil de actividad y cuantificar la demanda física del jugador. (10).

Adicionalmente, el GPS cuenta con sensores inerciales (acelerómetro, giroscopio y magnetómetro). El acelerómetro permite medir pequeños movimientos del atleta que resultan en grandes aceleraciones (saltos o impactos), rotaciones y cambios de dirección. El giroscopio aporta información acerca la rotación en tres ejes (frontal, coronal y sagital). La suma de la actividad giroscopio – acelerómetro registra actividad más detallada sobre los movimientos del atleta, como velocidad de rotación. Finalmente, el magnetómetro facilita el cálculo de cambio de dirección gracias a información de dirección y orientación. (11). Se ha encontrado que estas mediciones inerciales aportan información sobre actividades específicas del deporte, en este caso en futbol, aportando información acerca saltos e impactos que suceden en entrenamiento o competencia de forma más confiable. (10).

La presencia de estas tecnologías en un solo dispositivo permite la medición de una carga total del jugador, determinada *Player Load* (en el caso de Catapult®) o *Body Load* (en el caso de GPS Sports ®) que es una unidad arbitraria definida como una tasa instantánea de cambio de aceleración dividida por un factor escala, y permite la cuantificación de la carga aplicada en un momento específico del entrenamiento o la carga total del entrenamiento teniendo en cuenta la duración. (figura 1) (10)

Figura 1: Ecuación de *Player Load*

$$\text{Player load} = \sqrt{\frac{(a_{y1} - a_{y-1}) + (a_x - a_{x-1}) + (a_z - a_{z-1})}{100}},$$

a_y = aceleración anteroposterior, a_x = aceleración medial lateral, a_z = aceleración vertical (10)

Tener esta información a la mano resulta de utilidad para cuantificar los niveles de esfuerzo, estrés físico, rendimiento en competencia, evaluar la carga de trabajo en diferentes posiciones y monitorizar y adaptar las demandas fisiológicas del deportista. (9)

Recientemente el GPS ha sido aplicado hacia mantener un adecuado control, seguimiento y prevención de lesiones, suponiendo un control entre el balance de las cargas de entrenamiento y la recuperación, de esta forma el rendimiento. Este uso permite realizar un control objetivo de las cargas aplicadas al deportista en entrenamiento y competencia, orientado a prevención de lesiones.

La utilidad de los dispositivos GPS para cuantificación de las cargas y su asociación con la incidencia de lesiones se evidencia en diversos estudios. Los jugadores de rugby que completaron mayor cantidad de carreras a alta velocidad (más de 9 metros a más de 7m/s), presentaron 2.7 veces más riesgo (95 % intervalo de confianza 1.2 – 6.5) de presentar una lesión no traumática en tejidos blandos. (12)

Así mismo, otro estudio en realizado en jugadores de futbol australiano, una distancia total entre 73-86 km recorrida en un periodo de 3 semanas de seguimiento y mayor distancia recorrida en sprint se asoció a 5.5 veces más riesgo de lesión (95% CI = 1.57–19.16, p = 0.008) en el caso de distancia total y 3.7 veces más riesgo en distancia recorrida en sprint (

95% CI =0.88–15.21, p =0.074). (13)

En futbol puntualmente se encontró, tras seguimiento en un equipo de la liga australiana durante los periodos de entrenamiento de toda una temporada, asociación con lesión de tejidos blandos, un mayor valor en promedio de metros por minuto recorrido, revelando un aumento de intensidad durante las sesiones previas a la presencia de lesión (14).

De acuerdo a estudios realizados en diferentes deportes de equipo, se encuentra que una mayor carga absoluta de entrenamiento, medida ya sea por medio de carga externa o interna, supone un mayor riesgo de desarrollo de lesión. En un estudio realizado por Gabbet et al, encontró que la incidencia de lesiones en deportes de impacto (Rugby), aumenta conforme se incrementa la carga de entrenamiento total durante pretemporada, inicio de temporada y final de temporada en 72%, 57% y 75%, respectivamente (15).

Adicionalmente se ha encontrado que un aumento semanal de las cargas de entrenamiento se puede también asociar a desarrollo de lesiones, es decir, no solo cobra importancia conocer la carga total que se le aplica al deportista, sino también la carga semana a semana, ya que esta puede ser determinante para una prevención de lesiones.

En este sentido se encontró que, en jugadores de futbol australiano, un aumento del 10% de la carga de entrenamiento semanal se asociaba a un aumento de 40% en incidencia de lesiones (16).

El uso de unidades arbitrarias para calcular la carga de entrenamiento en una sola sesión, utilizando por ejemplo la percepción subjetiva del esfuerzo multiplicada por la duración de la sesión y obteniendo así un valor determinado de unidades arbitrarias (PSE x tiempo en

minutos = unidades arbitrarias), ha sido utilizado para realizar un seguimiento de las cargas semanales. la comparación de la carga aguda versus crónica en diferentes deportes. Rogalski demostró, en jugadores de futbol australiano, que tener una carga acumulada por 1 semana mayor a 1750 unidades arbitrarias (OR de 2.44), o una carga acumulada por 2 semanas mayor a 4000 unidades arbitrarias (OR de 4.74) se relaciona con un mayor riesgo de lesión. Adicionalmente, un cambio semanal de carga acumulada mayor a 1250 unidades arbitrarias también se asocia a mayor riesgo de lesión (17). En jugadores de rugby, en un estudio realizado por Cross et al, se encontró que un aumento absoluto de carga de entrenamiento semana a semana, medida en unidades arbitrarias, se asoció con una mayor incidencia de lesiones (OR 1.58) (18).

Así mismo, de acuerdo a observaciones realizadas por Gabbet et al, al aumentar la carga de entrenamiento de una semana a la siguiente en un porcentaje entre el 5 y el 10% de la carga total, el riesgo de lesión se encontraba cerca del 10%. Por otro lado, al aumentar esta carga en un 15% o más este riesgo se encontraba entre el 21 y el 49% (8).

Relación Carga Aguda/Crónica

Tener en cuenta la carga acumulada de varias semanas o carga crónica de entrenamiento y la relación que puede tener con la carga semanal o carga aguda, es una forma reciente y novedosa de determinar el riesgo que puede tener el deportista para desarrollar una lesión.

Gabbet et al relacionan la carga aguda con el estado de fatiga que puede presentar en deportista en cualquier momento de la temporada. Así mismo relacionan la carga crónica con el estado de preparación o aptitud que ha recibido un deportista en la temporada. Entonces

se puede considerar que una relación aguda crónica aporta un índice de que tan preparado puede estar un deportista en cualquier momento (8).

Una carga aguda baja refleja bajo estado de fatiga y una carga crónica alta refleja un estado de alta aptitud o preparación del deportista, entonces la relación aguda crónica será de 1 o menos. Si ocurre lo contrario y el atleta presenta una relación aguda crónica, donde el nivel de fatiga es alto y el nivel de aptitud es bajo, la relación aguda crónica será mayor a 1. (8)

Este índice tiene en cuenta la carga a la que el atleta ha sido expuesto en la última semana, o en la semana actual, y la relaciona con la carga a la que el atleta ha sido expuesto en las últimas 3 o 4 semanas (8).

En deportes de contacto se ha medido esta relación, un estudio de Hulin et al, realizó una medición de la distancia total recorrida durante todas las sesiones de entrenamiento y partidos de un equipo de rugby por medio de GPS durante 2 temporadas. En este estudio la carga crónica tuvo en cuenta las 4 últimas semanas previas a la carga aguda que tuvo en cuenta 1 sola semana. Encontrando que una relación aguda crónica mayor o igual a 2.11 se asoció con un riesgo de lesión de 16.7% (19).

Específicamente en futbol también se ha medido esta relación, en el estudio de Ehrmann et al, usando variables obtenidas por medio de GPS en un equipo de futbol de la liga de Australia, y teniendo en cuenta la carga de trabajo realizado a lo largo de 1 temporada, se determinó la relación aguda crónica de distancia total recorrida, distancia a alta intensidad, muy alta intensidad, body load y metros por minuto; encontrando que la relación aguda

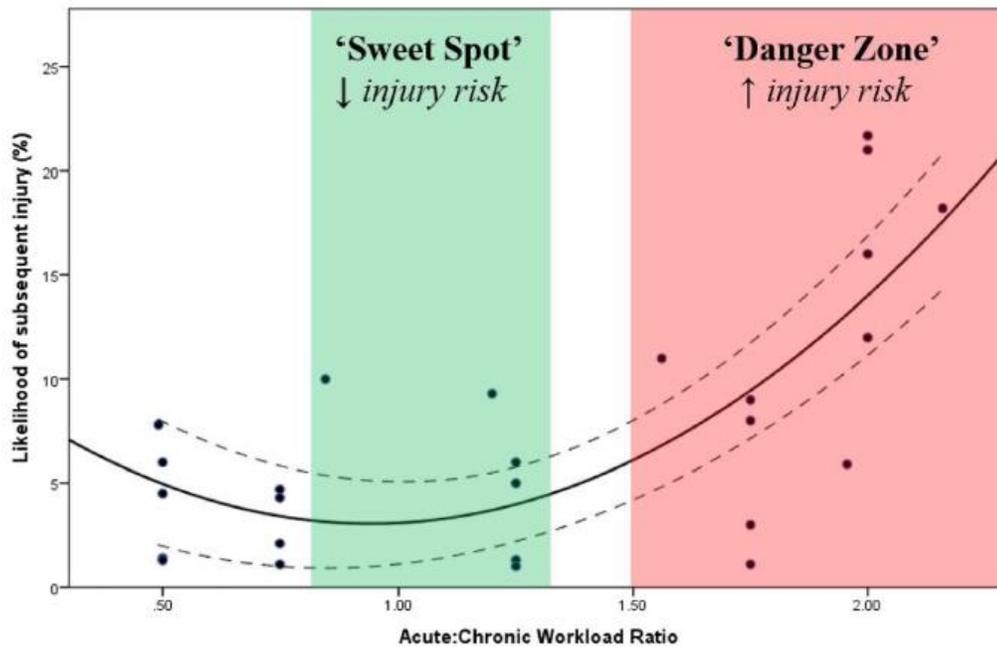
crónica mayor a 1 en las variables body load y metros recorridos por minuto se asocian con mayor presencia de lesiones (14).

En otro estudio realizado por Bowen et al, se hizo seguimiento a jugadores de futbol de categorías inferiores participando en torneos sub-18 y sub-21, y se realizó cuantificación de la carga de entrenamiento teniendo en cuenta variables tomadas con monitorización con GPS. Las variables analizadas fueron: distancia total, distancia a alta velocidad, carga total basada en variables asociadas al acelerómetro y aceleraciones, teniendo en cuenta también cambios de velocidad; encontrando que una carga aguda elevada de distancia a alta velocidad junto con una carga crónica baja de esta misma variable aumenta el riesgo de lesiones, riesgo relativo 2.55 (95% CI 1.15 to 5.68, $p=0.022$) (20).

Otro estudio realizado por Bowen et al, realizó un seguimiento a lo largo de tres temporadas de la liga premier de futbol, analizando variables registradas con GPS, encontrando que hay mayor riesgo de lesión no traumática ante una carga crónica baja de desaceleraciones, causando una elevación de la relación aguda crónica (mayor a 2) ($RR=6.7$), adicionalmente se relacionó una relación aguda crónica alta para aceleraciones y distancia recorrida a baja intensidad con mayor riesgo de lesión no traumática ($RR=5.4-6.6$) (21).

Usando informacion de tres diferentes estudios realizados en cricket, rugby y futbol australiano, Blanch et al. determinaron un rango de seguridad de la relación aguda crónica, donde mantenerse en unos valores entre 0.8 y 1.3 se asocia con menor riesgo de lesiones. Adicionalmente reconocen que la relación aguda crónica se puede usar con cualquier variable que se pueda monitorizar, sin embargo, aclaran que lo ideal es usar variables que se relacionen y sean específicas del deporte y el mecanismo de lesión (Figura 2) (22).

Figura 2



Relación aguda crónica y riesgo de lesión; Zona verde: bajo riesgo de lesión; Zona roja: alto riesgo de lesión. (8)(22)

Lesiones en Futbol

La presencia de lesiones en el deporte es uno de los fenómenos con mayor impacto en el rendimiento no solo para el deportista, sino también a nivel colectivo, económico y desde el punto de vista de salud mental y física del deportista. (23)

La prevención de lesiones es uno de los temas más complicados y más desafiantes en el deporte, tener en cuenta un amplio número de factores que son determinantes para el desarrollo de lesiones es un proceso complejo.

Un equipo de futbol a nivel elite puede esperar que, en sus 25 jugadores, se presenten un promedio de 15 lesiones musculares por temporada, esto se asocia a un promedio de tiempo perdido de 223 días, 148 sesiones de entrenamiento y 37 competencias, de acuerdo a información recopilada por Mueller- wolhfahrt et al (24).

En un estudio prospectivo de seguimiento a siete años a 50 equipos profesionales de ligas europeas, se observaron otros valores que vale la pena mencionar, encontrando que, en una temporada, en un equipo de 25 jugadores, se pueden esperar hasta 50 lesiones, la mitad de estas menores, causando una ausencia mínima de una semana y un promedio de ocho lesiones de tipo severo, generando una ausencia de más de cuatro semanas. Siendo el sitio más frecuente de lesión aquel correspondido con los isquiotibiales (25).

La mayoría de las lesiones en futbol se pueden encontrar localizadas en los cuatro grupos musculares más grandes de los miembros inferiores, isquiotibiales, aductores, cuádriceps y gastrocnemios. En una revisión reciente se encontró, al igual que el estudio realizado por Ekstrand et al., que los isquiotibiales son el sitio de lesión más frecuente, representando 37% del total de todas las lesiones en futbol profesional, adicionalmente se encontró que la participación en competencia se asoció con mayor riesgo de lesión comparado con entrenamiento (26).

La lesión de aductores ocurre con menor frecuencia, siendo la segunda lesión en incidencia, representando un 23% de todas las lesiones. Al igual que las lesiones presentes en isquiotibiales, se encontró que hay mayor incidencia durante competencia comparado con sesiones de entrenamiento (26).

Las lesiones en cuádriceps se encuentran en un menor porcentaje (19% de todas las lesiones presentes) y, al igual que las lesiones de los demás grupos musculares, hay mayor tasa de lesiones durante una competencia que en entrenamiento (26).

Las lesiones en gastrocnemios tienen una prevalencia del 13%, a pesar de la limitada evidencia al respecto, Ekstrand et al encontraron que hay mayor riesgo de lesión en competencia (26).

En el mismo estudio donde analizaron la incidencia de lesiones realizando un seguimiento por ocho años, haciendo un análisis de las lesiones de 51 equipos, equivalente a 2299 jugadores. Encontrando que la mayor severidad se encontró en lesiones de isquiotibiales, así mismo con una mayor tasa de relesion en este mismo grupo muscular (26).

En cuanto a la incidencia de lesiones en la liga de futbol profesional colombiano, vale la pena mencionar el trabajo realizado por Ruiz et al. quienes describieron la incidencia de lesiones a lo largo de un torneo de futbol, del campeonato profesional colombiano encontrando que de las 40 lesiones presentes durante este periodo el 16% corresponden a lesiones por sobreuso y encontrando que el mayor porcentaje de lesiones se encontraba en muslo, localización que puede incluir cuádriceps, isquiotibiales y aductores. Esto tiene similitud con los otros estudios descritos previamente (27).

Problema

En el deporte actual la relación de la carga de entrenamiento con la incidencia de lesiones es clara (14-16,20,21), se entiende que a mayor relación carga aguda crónica de entrenamiento hay mayor incidencia de lesiones (8,12), es por este motivo que, realizar un seguimiento de forma objetiva de la carga de entrenamiento es de suma importancia porque permite aumentar el rendimiento y disminuir la incidencia de lesiones.

Desde el punto de vista de la carga externa, el uso del GPS es método de gran valor, ya que permite conocer el desplazamiento total de los deportistas en cada sesión de entrenamiento, numero de aceleraciones, distancia recorrida a alta velocidad, la sumatoria de desplazamiento en las sesiones, entre otros parámetros. Con esta información se puede establecer una relación aguda/crónica de las diferentes variables analizadas para así conocer de forma más objetiva cuales jugadores tienen mayor riesgo de lesión según estas variables.

Este estudio cobra gran importancia debido al limitado número de estudios realizados en futbol que hayan hecho un seguimiento de las cargas de entrenamiento registradas con GPS (14, 20, 21), tomadas durante competencias y entrenamiento; Para una posterior relación del índice agudo crónico con la incidencia de lesiones.

La utilidad de este estudio se basará en usar las cargas de entrenamiento y competencia, tomadas durante una temporada, de jugadores de un equipo de futbol profesional y a estos

datos aplicar la relación aguda/crónica, para posteriormente buscar la relación que tuvo esta carga con la incidencia de lesiones en el transcurso de la temporada.

Dado lo anterior, se plantea la siguiente pregunta: ¿cuál es la relación de las variables de carga externa, medidas con GPS, con la presencia de lesiones en jugadores de un equipo de futbol profesional colombiano durante el periodo de seguimiento de la temporada 2019-I?

Justificación

Teniendo en cuenta el problema expuesto cobra importancia tener una forma mucho más objetiva de decidir cuándo se deben controlar las cargas a las cuales está expuesto el jugador, conociendo que hay una incidencia de lesiones a la que se asocia un volumen de cargas elevado.

Desde el punto de vista de lesiones se puede esperar una incidencia importante de lesiones musculares en una temporada en un equipo profesional, lo cual tiene un impacto en términos de sesiones de entrenamiento y competencias perdidas y en el rendimiento del equipo (24-26).

El presente estudio aportará en dar una solución a la carencia de una herramienta práctica que permita al jugador y a los profesionales de apoyo prevenir la aparición de lesiones , usando información que ya se está monitorizando en un equipo de futbol profesional, haciendo un uso adicional a esta desde el enfoque médico.

De esta forma aportar evidencia que avale el papel de un médico del deporte en el alto rendimiento, no solo en hacer un diagnóstico y tratamiento oportuno de lesiones, sino

también en hacer un seguimiento continuo de las cargas de entrenamiento, para así tener a posibilidad de implementar estrategias de prevención de lesiones en el momento idóneo y favorecer el rendimiento de un equipo de futbol.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la relación de las variables de carga externa, medidas con GPS, con la presencia de lesiones en jugadores de un equipo de futbol profesional colombiano durante el periodo de seguimiento de la temporada 2019-I?

Objetivos

Objetivo General:

Relacionar la carga externa de entrenamiento, usando el índice agudo crónico, evaluada con un dispositivo GPS, con la incidencia de lesiones en un equipo colombiano de primera división durante la temporada enero 2019 a junio 2019.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar las lesiones que se presentan en un equipo de futbol en un periodo de una temporada de enero 2019 a junio 2019.
2. Describir el comportamiento de la carga externa, usando el índice agudo crónico, del entrenamiento y competencia durante este periodo y su importancia en desencadenar lesiones en el equipo.
3. Comparar el registro de variables que aporta el GPS y la relación con la incidencia de lesiones.

Propósito

El propósito principal de este estudio es darle un uso adicional a la medición de la carga externa en futbolistas, información que ya está siendo utilizada para el seguimiento del rendimiento, con esta se espera tener evidencia del efecto de altas cargas de entrenamiento en el desarrollo de lesiones.

También se busca con este trabajo que el medico de equipo sea consciente de su papel en la prevención de lesiones al usar una herramienta novedosa y de auge en el deporte de alto rendimiento actual, que puede facilitar el seguimiento de los jugadores, aportando un parámetro objetivo de evaluación.

Finalmente, con la información que aporte este trabajo tener una base científica para demostrar a los médicos del deporte, al cuerpo técnico y a los equipos de futbol que el médico de equipo puede ser un componente adicional del equipo cuyo enfoque es optimizar el rendimiento del equipo.

Aspectos Metodológicos

Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo observacional descriptivo, retrospectivo

Población

Futbolistas que hagan parte de la plantilla del equipo profesional del Deportivo Cali durante el primer semestre del año 2019

Criterios de inclusión

1. Encontrarse en la plantilla del equipo profesional del Deportivo Cali desde el inicio de temporada y ser jugador de campo
2. No participar en torneos de categorías inferiores
3. Tener los datos de entrenamiento y competencia registrados por GPS durante una temporada completa
4. Lesiones que generen por lo menos un día de ausencia a entrenamiento/competencia

Criterios de exclusión

1. ser arquero por la diferente naturaleza de sus actividades en entrenamiento y en competencia
2. Lesión del mismo sitio anatómico más de una vez en el mismo jugador.

Variables

Variables de estudio

Valores de carga externa medidos con GPS: distancia total recorrida, distancia a más de 16km/h, distancia a más de 18 Km/h, distancia a más de 21 km/h y “*player Load*”

De confusión

1. Sesiones de entrenamiento realizadas por fuera del club; si algunos de los futbolistas realizan sesiones de entrenamiento adicionales a las que se realizan durante la temporada y por ende no son registradas por el GPS, lo que aumenta el tiempo de exposición y adicionalmente aumentan la carga y/o riesgo de lesión.

Matriz de variables

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad
Distancia total recorrida	Distancia que recorre un jugador durante periodo registrado con GPS	Distancia total que cubrió un jugador sobre la superficie de juego	Continua	Metros
Distancia a más de 16 km/h	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 16 km/h	Metros que recorre un jugador sin bajar de esta velocidad promedio	Continua	Metros
Distancia a más de 18 km/h	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 18 km/h	Metros que recorre un jugador sin bajar de esta velocidad promedio	Continua	Metros
Distancia a más de 21 km/h	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 18 km/h	Metros que recorre un jugador sin bajar de esta velocidad promedio	Continua	Metros
Player Load	Carga total del jugador teniendo en cuenta información del acelerómetro	Tasa instantánea de cambio de aceleración	Continua	Unidades Arbitrarias
Lesión No traumática	Presencia de una lesión de origen no traumático en futbolista, muscular o ligamentaría	Compromiso de algún tejido como resultado de sobreuso no de un impacto	Nominal	SI/NO

Lesión Traumática	Presencia de una lesión de origen traumático en futbolista	Compromiso de algún tejido como resultado de un impacto	Nominal	SI/NO
-------------------	--	---	---------	-------

Hipótesis

- Hipótesis nula: En el semestre comprendido entre enero y junio 2019, aquellos jugadores que presentaron una mayor relación aguda crónica, no tuvieron relación con la incidencia de lesiones.
- Hipótesis alternativa: En el semestre comprendido entre enero y junio 2019, aquellos jugadores que presentaron una mayor relación aguda crónica, tuvieron una relación con la incidencia de lesiones.

Técnicas de recolección de información

La recolección de información se hizo en formato digital, los datos se organizaron en una matriz tipo tabla usando el software Microsoft Excel 1808 parte de Microsoft Office 365. Se tomaron los datos que fueron registrados por el GPS usado por los jugadores durante las sesiones de entrenamiento y competencia durante la temporada 2019-I del equipo profesional del Deportivo Cali, teniendo en cuenta las variables definidas en la matriz de variables.

Para el calculo de incidencia de lesión se tendrá en cuenta el numero de lesiones por el tiempo de exposición y será reportado como tasa por 1000 horas. se usará el formato recomendado por el centro de investigación en valoración médica FIFA, para la exposición en entrenamiento y competencia (28) (Anexo1). Así mismo las lesiones se caracterizarán

usando los registros realizados por departamento medico del Deportivo Cali y se tendrá en cuenta tipo de lesión, localización, tiempo de incapacidad y momento de lesión. Para recolección de información de lesiones se usará un formato similar al usado en recolección de datos por el centro de investigación en valoración médica FIFA (28) (anexo 2).

Materiales y Métodos

Materiales

-Registro de información de carga externa registrada por GPS recolectada durante la temporada 2019 – I completa en el equipo profesional del Deportivo Cali

-Registro de lesiones realizado por el departamento médico del Deportivo Cali durante la misma temporada

Método

Se realizó la recolección de información de los datos de carga registrados con el GPS Catapult S5 15 Hz, usado por los jugadores del equipo profesional entre las escapulas durante las sesiones de entrenamiento y competencia de toda una temporada. Se aplico criterios de inclusión y exclusión. Se organizo la información de carga externa teniendo en cuenta las variables de distancia y la distancia recorrida.

Adicionalmente se tomaron los datos de las lesiones presentes en el equipo profesional del Deportivo Cali, registradas por el departamento médico.

Posteriormente se organizó la información en una tabla donde se describe la lesión presentada por el jugador en términos de localización, tipo de lesión y tiempo perdido por lesión, para realizar una caracterización posteriormente.

Plan de Análisis

Análisis de datos

Se hizo la recolección de datos usando el software Microsoft Excel 1808 parte de Microsoft Office 365, los datos se organizaron acorde a las lesiones de cada jugador, teniendo cuenta: fecha de la lesión, momento de la lesión (entrenamiento o competencia), circunstancias de la lesión, tiempo de duración de la incapacidad. En cuanto a naturaleza de la lesión se tuvo en cuenta localización, tipo de lesión (esguince, desgarró, hematoma, etc), lado afectado, origen (traumático o no). Adicionalmente se consignó el tiempo de exposición semanalmente de todos los jugadores tanto en entrenamiento y competencia, de acuerdo a los registros de GPS. Este registro de lesiones se hizo con la metodología utilizada por el centro de investigación en valoración médica FIFA²⁸ (Consensus Statement on Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries.) (Anexo 1 y 2).

Para realizar el análisis de datos de GPS se obtuvieron los datos de distancia recorrida y Player Load (carga total) en función de las lesiones observadas en el periodo de seguimiento (enero a junio 2019), en formato PDF y se pasaron al software Microsoft Excel 1808, partir de estos se obtuvieron las variables descritas previamente.

Se organizó la información de distancia recorrida, teniendo en cuenta la velocidad según las variables ya descritas, luego se pasaron los valores absolutos semanales a Z-score para

permitir estandarizar la información entre jugadores y organizar los valores de distancia desde bajos a altos.

Los valores de distancia recorrida organizada por variables se ordenaron de acuerdo con las semanas de seguimiento en: 4 semanas antes de la lesión, 3 semanas antes, 2 semanas antes y 1 semana antes de la lesión.

Posteriormente se dividieron en bloques de análisis los resultados obtenidos, cada vez que un jugador presento una lesión, se consideró un bloque de análisis y lo excluyó de estar presente en otro bloque de análisis. Esto permitió hacer una comparación equitativa de las distintas velocidades y las distancias recorridas en cada una de ellas, según las variables entre jugadores lesionados y no lesionados. (Figura 3)

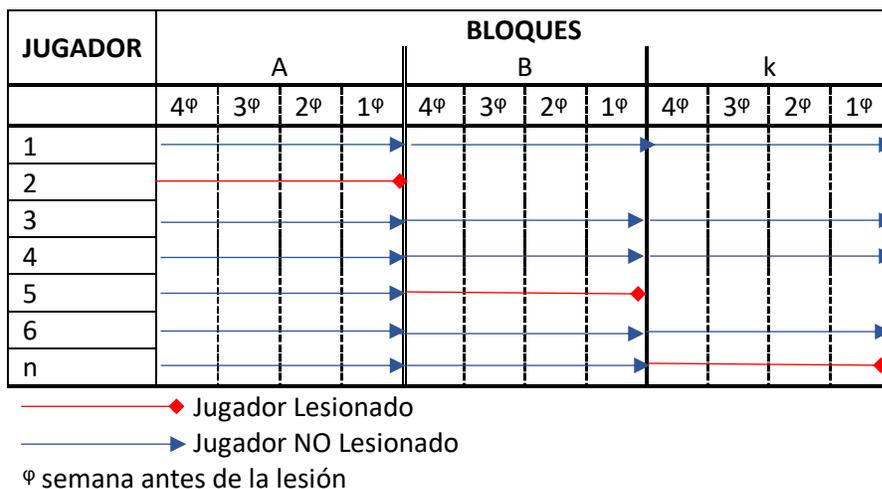


Figura 3. Bloques de análisis de acuerdo con lesión de jugadores a lo largo de la temporada. Fuente: elaboración propia del autor.

Al tener esta información organizada se realizó el cálculo de la relación aguda crónica, la carga aguda se tomó de la carga externa para la semana previa a la que presentó la lesión y la carga crónica se calculó del promedio de las cargas agudas acumuladas desde 4, 3 y 2 semanas antes de la lesión. Un valor de relación carga aguda crónica mayor a 1 representa una carga aguda mayor a la carga crónica y viceversa.

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables se utilizó el software SPSS v.22 (IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Para las variables continuas sociodemográficas y mediciones de carga de entrenamiento se realizó inicialmente un análisis descriptivo con medidas de tendencia central y de dispersión, mientras que para todas aquellas categóricas se utilizó medidas de frecuencia.

El cálculo de la incidencia, se realizó usando la formula usada por Phillips (29), donde se multiplica el número de jugadores participando (competencia o entrenamiento) por el tiempo de exposición en entrenamiento o competencia (en horas) esto nos da el valor riesgo/exposición por horas de cada jugador por sesión de competencia o entrenamiento, subsecuentemente se multiplica este valor por el número de entrenamientos o competencias en el periodo de seguimiento para dar el número de horas de riesgo/exposición durante la temporada.

Para calcular la incidencia en relación con estas horas de exposición, el número total de lesiones registradas en el periodo de seguimiento se divide por la exposición total (valor calculado previamente) y el resultado se multiplica por 1000 para obtener la tasa por 1000 horas de exposición.

Fórmula para cálculo de incidencia Phillips (29):

$$\bullet \quad I = \frac{n^{\circ} \text{ de lesiones}}{(n^{\circ} \text{ jugadores} \times t \text{ exposicion (horas)} \times n^{\circ} \text{ sesiones})} \times 1000 \text{ horas}$$

Mediante regresiones logísticas binarias y tomando como variable resultado la condición de “lesionado(SI – NO)”, se calcularon las asociaciones entre las diferentes cargas acumuladas (metros recorridos, DT), las relaciones de agudo/crónico (semana anterior a la lesión / promedio de la semana 4,3 y 2 antes de la lesión, AC) en las intensidades bajas (16 a 17 km/h), moderadas (18 a 21km/h) y altas (>21km/h), de acuerdo a cada bloque descrito en la figura 3. Para mantener equitativamente el tiempo de exposición de cada uno de los jugadores en cada bloque todos los cálculos se ajustaron de acuerdo con los minutos jugados tanto en competencia como entrenamiento.

Teniendo en cuenta los datos de distancia recorrida organizados semana a semana se realizó una regresión logística binaria para calcular OR de los lesionados en función de la relación aguda crónica.

Teniendo en cuenta los datos de distancia recorrida semana a semana, se realizó una regresión logística binaria para calcular OR de los lesionados en función de la carga acumulada semanal.

Aspectos éticos

El trabajo actual cuenta con aprobación del comité de ética de investigación de la Universidad el Bosque

La metodología propuesta para el presente trabajo toma en cuenta las normas éticas establecidas por el comité responsable de experimentación humana institucional, en concordancia con la disposición 1995 de 1999 y con la declaración de Helsinki en su última versión.

En conformidad con el Reporte de Belmont de 1979, este estudio garantiza hacia los sujetos de la muestra: respeto, beneficencia y justicia. Como lo define la resolución N° 008430 de 1993 en su título II, capítulo 1, artículo 11, el estudio involucrará un riesgo mínimo para los sujetos seleccionados y siempre prevalecerá el criterio del respeto, dignidad y protección de los derechos y bienestar de los sujetos involucrados.

Adicionalmente, y de acuerdo con la Ley de Habeas Data 1266 de 2008 y su última actualización 1581 en 2013, que vela por la protección de los datos personales, la información recolectada será confidencial y manejada con total discreción y se utilizará

solamente con los fines investigativos concernientes a este trabajo. Los datos obtenidos no serán publicados con nombres o números de documento que permitan identificar a los individuos.

Resultados

Población

En el presente estudio 20 jugadores cumplieron los criterios de inclusión y exclusión establecidos, tenían una edad media de 23, 77 ($\pm 4,0$) años, un peso de 74,55 ($\pm 6,45$) kg y talla de 178 ($\pm 6,3$) cm. Todos pertenecieron al equipo profesional del Deportivo Cali en el primer semestre del año 2019.

En cuanto a las distancias recorridas se encontró una distancia media a 16km/h de 10,079 m ($\pm 2652,69$), distancia media a 18km/h de 5941 m ($\pm 2062,86$) y una distancia media a 21km/h de 1574m ($\pm 554,51$).

Distancias recorridas y lesiones

Teniendo en cuenta los datos registrados con el GPS, se organizaron las distancias recorridas en metros a más de 16 km/h, más de 18km/h, más de 21km/h y la distancia total recorrida, tanto en entrenamiento como en competencia.

Cada vez que un jugador se lesionaba se creaba un bloque de análisis para comparar la distancia recorrida del jugador lesionado con la distancia recorrida de los jugadores no lesionados.

Teniendo esos valores en la base de datos, se agrupan las distancias recorridas por los jugadores en Z- scores para que sean equiparables y se categorizan en baja, moderada baja, moderada alta y alta distancia, dentro de los valores de velocidad ya descritos. (Tabla1) Este paso se realiza de una forma similar a como lo realiza Bowen y cols en su trabajo. (21)

Tabla 1. Z scores para distancias recorridas en seguimiento semana 1, semana 2, semana 3 y semana 4. Y metros totales recorridos en el mes.

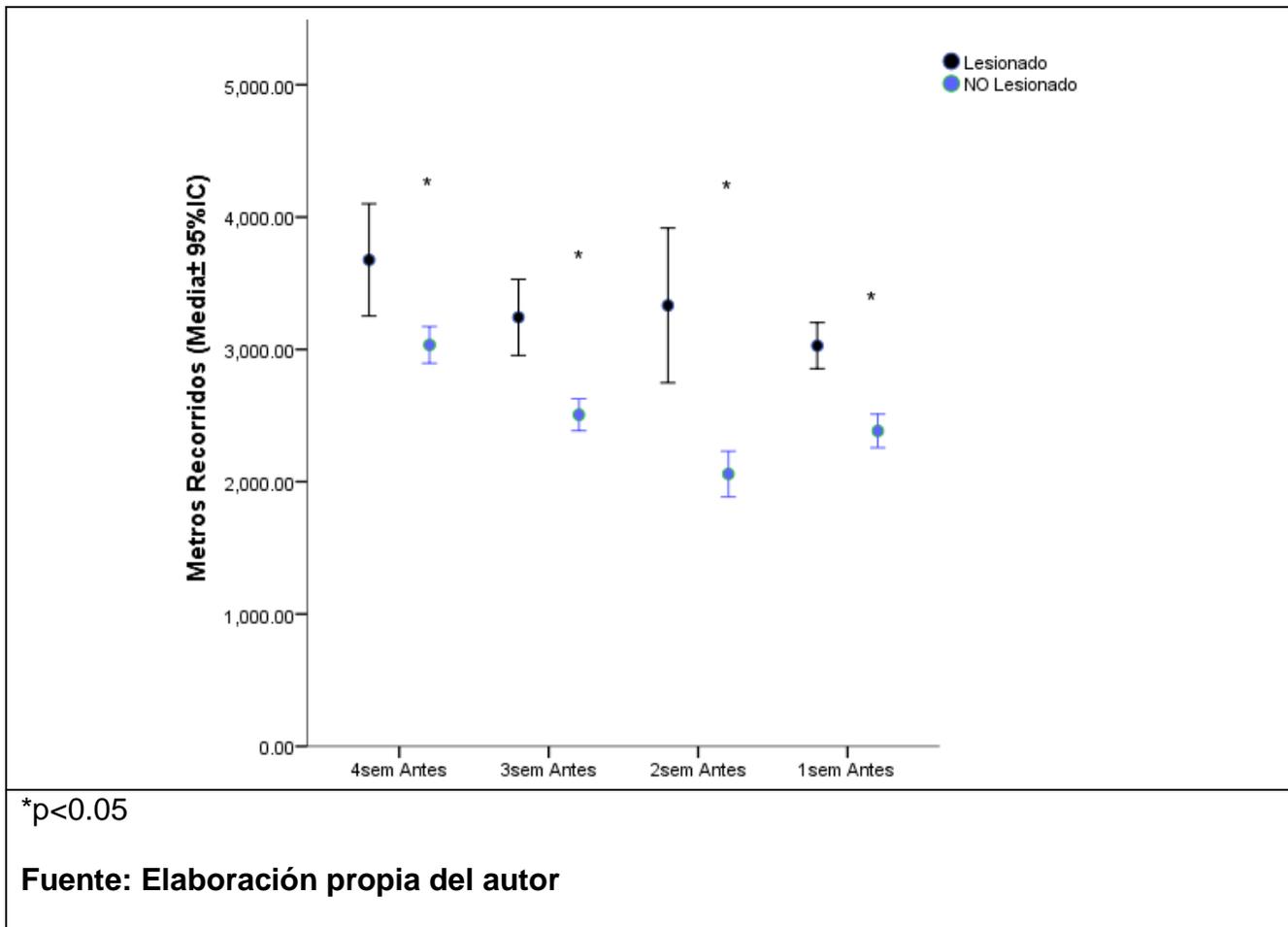
Intensidad	Clasificación	Z-score	1	2	3	4	Metros Totales
Distancia a 16-17km/h	Baja	1= <-1	1372 - 2294	1252-1891	293-1116	915-1712	4738-7930
	Moderada baja	2=-.99 - 0	2380 - 3068	1912-2496	1230-2130	1903-2399	8044-10496
	Moderada alta	3= 0 - +1	3089-3840	2597-3196	2200-3143	2442-3089	10626-13142
	Alta	4= >+1	3868-5449	3258-4449	3189-4809	3195-4522	13215-18398
Distancia a 18-20km/h	Baja	1= <-1	950-1348	609 - 951	187-697	540-1027	3132-4768
	Moderada baja	2=-.99 - 0	1350-2017	992-1517	817-1354	1056-1464	4796-6641
	Moderada alta	3= 0 - +1	2041-2670	1541-2049	1388-1991	1485-1885	6703-8516
	Alta	4= >+1	2736-3836	2196-2781	2004-2788	1945-2973	8716-11795
Distancia a >21km/h	Baja	1= <-1	280-536	180-320	113-349	129-250	940-1665
	Moderada baja	2=-.99 - 0	551-920	344-579	382-564	297-464	1754-2655
	Moderada alta	3= 0 - +1	951-1308	628-896	577-732	554-699	2760-3664
	Alta	4= >+1	1344-2208	967-1441	809-1163	766-1478	3700-5029
Distancia total recorrida	Baja	1= <-1	11909-18366	9909-14761	2238-8078	8127-10969	43326-62766
	Moderada baja	2=-.99 - 0	18500-22801	15436-18801	12826-16152	11218-12009	62885-77698
	Moderada alta	3= 0 - +1	23187-27340	19850-23931	16464-21337	15859-20600	78410-93297
	Alta	4= >+1	27543-34859	24983-33859	22161-26522	20916-23320	93730-147977

Fuente: elaboración propia del autor.

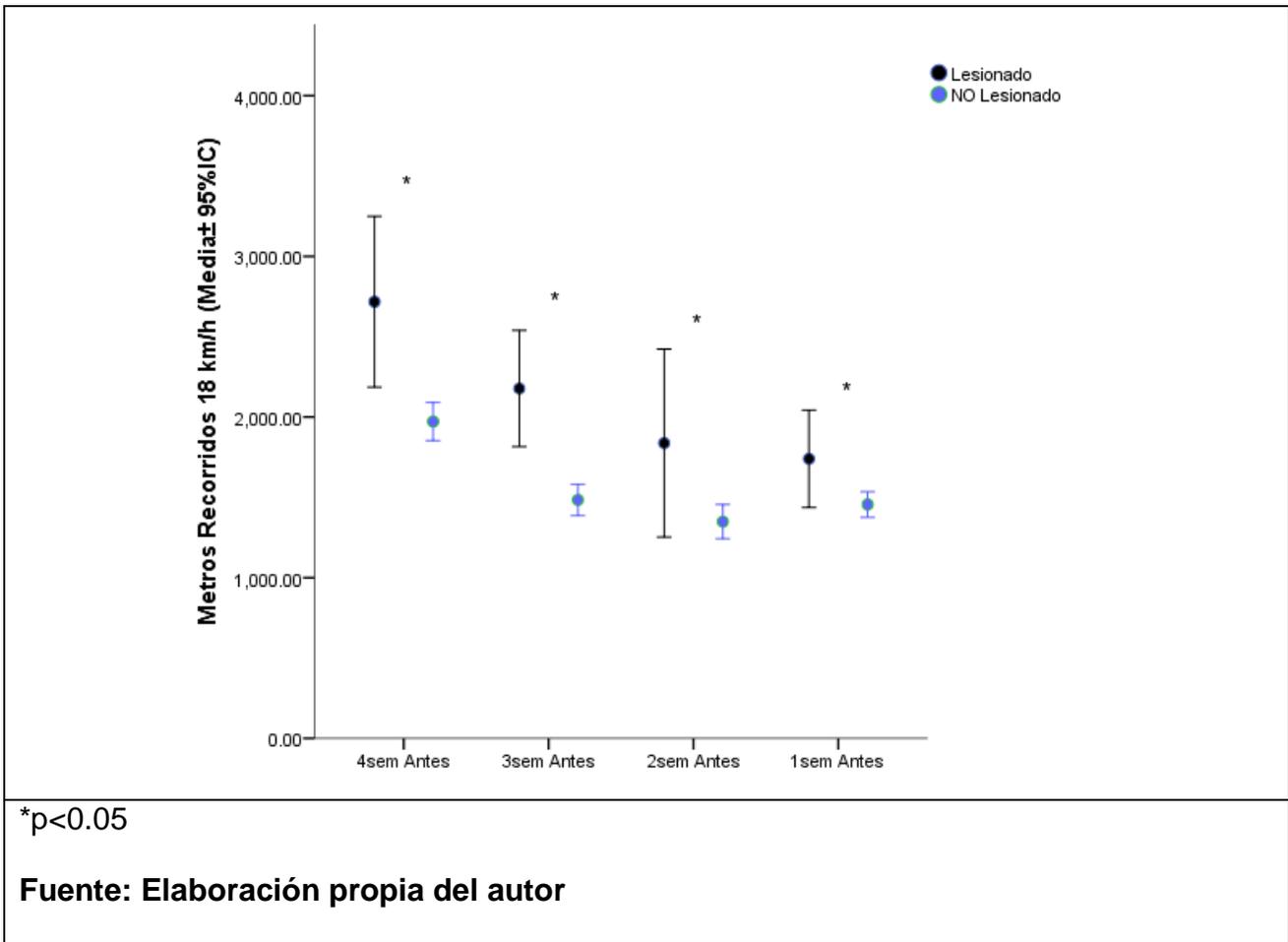
Usando la información en la tabla 1 se realiza una comparación entre las distancias recorridas entre los sujetos lesionados y los sujetos que no presentaron una lesión en el periodo de seguimiento. Estos datos se graficaron de acuerdo con el z score que tenía cada sujeto en la semana de seguimiento. (Figura 4-7)

Figura 4 - 7. Comparación de distancias recorridas entre lesionados y no lesionados en las semanas de seguimiento y a diferentes velocidades

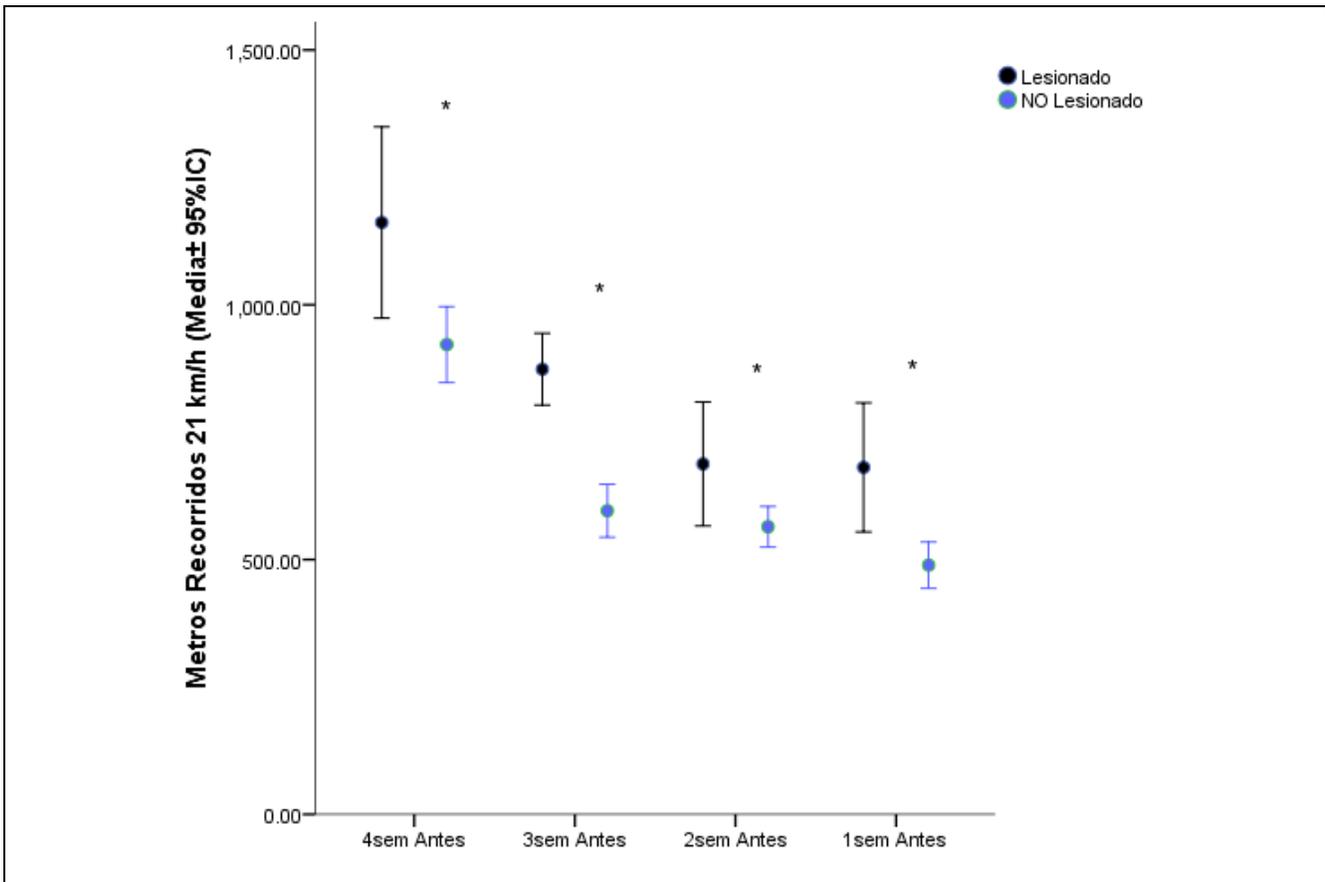
4. Intensidad 16 a 17 km/h



5. Intensidad 18 a 20 km/h



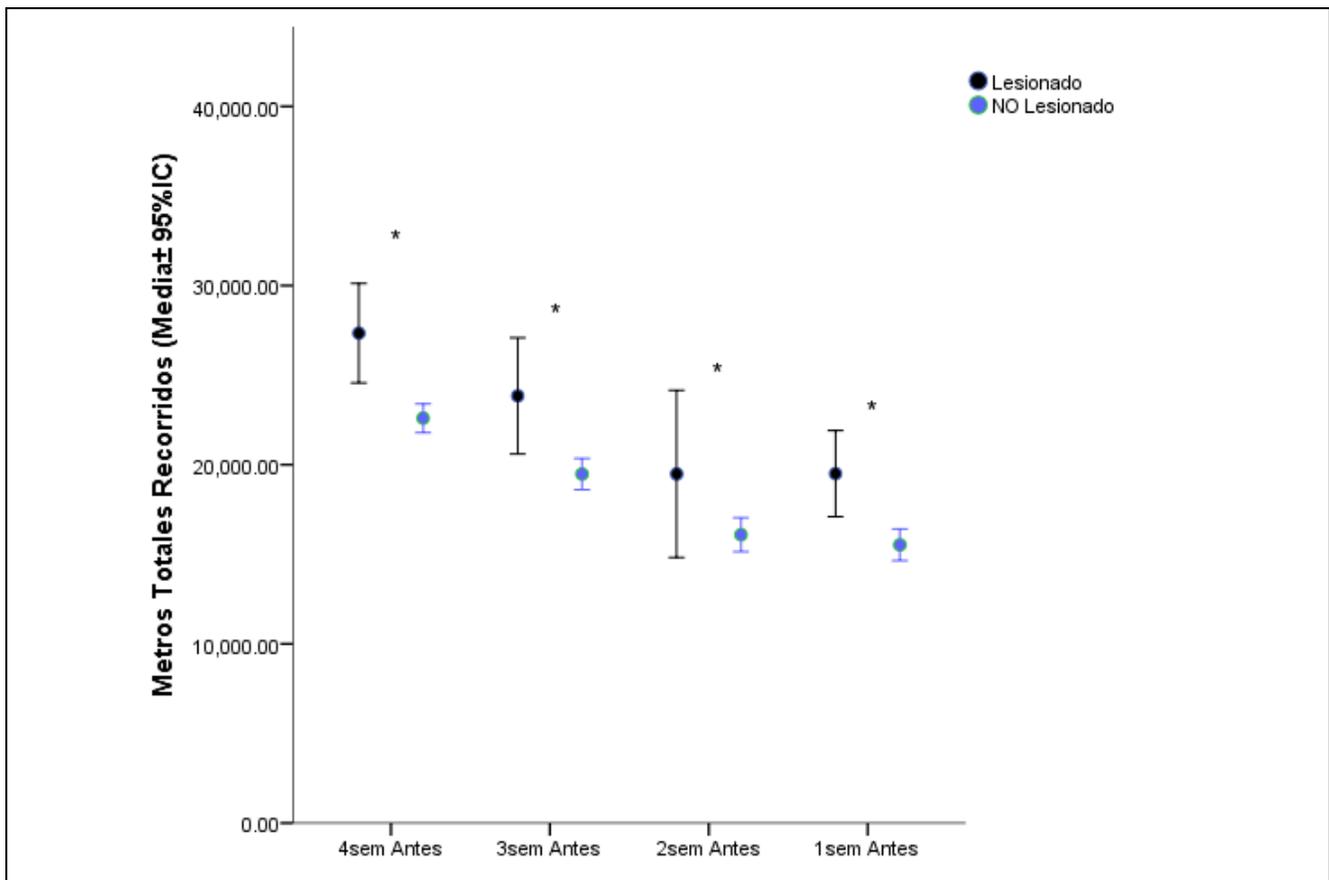
6. Intensidad > 21 km/h



*p<0.05

Fuente: Elaboración propia del autor

7. Distancia Total recorrida



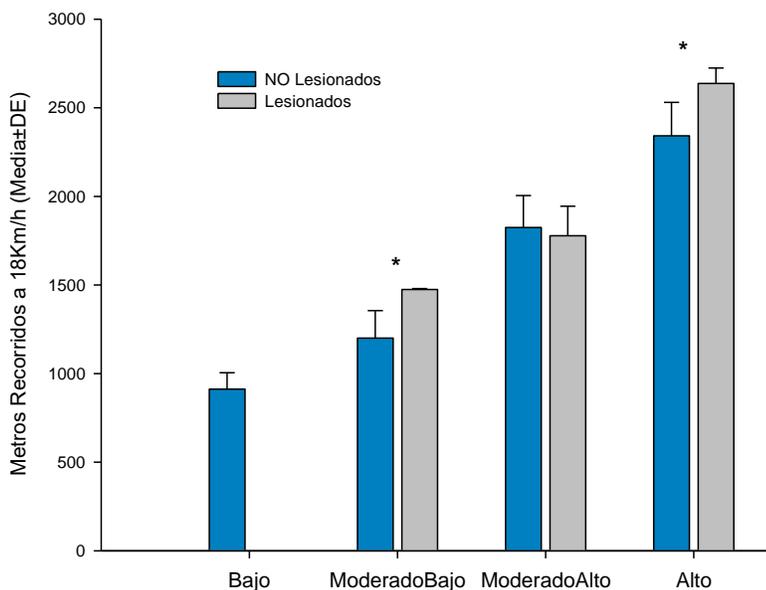
*p<0.05

Fuente: Elaboración propia del autor

Teniendo la información de distancias recorridas en cada intensidad y la clasificación de acuerdo con Z-score, se graficaron las diferencias en distancias recorridas en diferentes

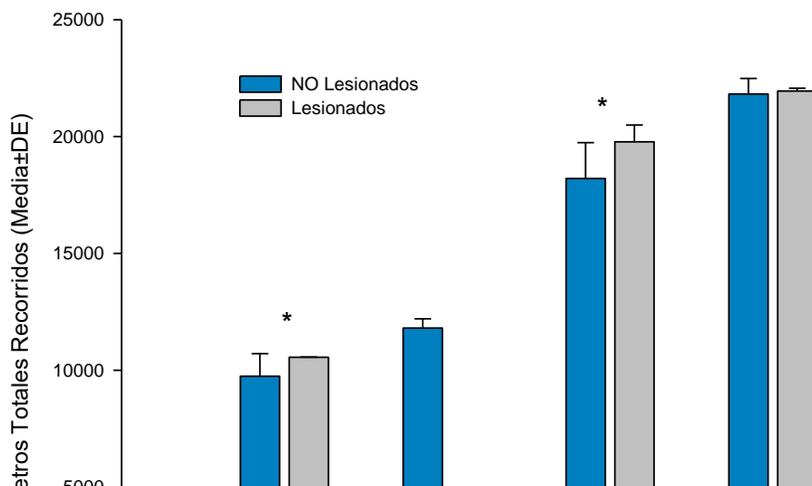
intensidades y la distancia total recorrida entre lesionados y no lesionados, sin tener en cuenta la división por semanas. Al realizar este análisis se obtienen las siguientes graficas. (Figura 8 y 9). Esto sugiere que aquellos jugadores lesionados recorren mayor distancia a alta intensidad (18 km/h) y recorren mayor distancia.

Figura 8. Distancia total recorrida a intensidad 18km/h en lesionados y no lesionados



Fuente: elaboración propia del autor.

Figura 9. Distancia total recorrida en lesionados y no lesionados



Fuente: elaboración propia del autor.

Adicionalmente a esto usando los datos de distancia recorrida en las semanas de seguimiento previas a la lesión se realizó una regresión logística binaria excluyendo el tiempo total de exposición entre competencia y entrenamiento como variable para permitir hacer un análisis del OR del desarrollo de lesiones.

Se encontró un OR de lesión asociado a mayor distancia recorrida en las semanas previas al desarrollo de lesión. (Tabla 2) El resultado de esta regresión sugiere que aquellos jugadores que recorrieron una mayor distancia a 16 y 18 km/h en las semanas antes, específicamente 2 semanas antes de la presencia de lesión, tuvieron una probabilidad de 2.4 y 3.1 más veces respectivamente, de presentar una lesión.

En esa misma regresión se encontró que la distancia total recorrida en las semanas previas a la lesión también se asoció con una mayor probabilidad de lesión, entonces, aquellos jugadores que recorrieron una mayor distancia total en la semana 2 y 4 previo al desarrollo de una lesión tuvieron una probabilidad 2.3 veces mayor de desarrollar una lesión.

Tabla 2. OR para lesión en jugadores con mayor distancia recorrida en semanas previa a lesión. Fuente: elaboración propia del autor.

OR para lesion en jugadores teniendo en cuenta distancia recorrida previa a lesion							95% CI for Exp(B)	
	B	SE	Wald	Df	Sig	Exp(B)	Lower	Upper
Metros a 16km/semana 2	0.850	.303	7.851	1	.005	2.342	1.290	4.237
Metros a 18km/semana 2	1.139	.332	11.789	1	.001	3.125	1.631	5.988
Metros a DT/semana 2	0.850	.330	6.645	1	.010	2.342	1.225	4.464
Metros a DT/semana 4	0.862	.328	6.885	1	.009	2.370	1.244	4.505
Constant	4.583	.621	54.484	1	.000	0.010		

Tabla 3. OR para lesión en jugadores con mayor distancia recorrida en semanas previas a lesión

OR para lesion en jugadores teniendo en cuenta distancia recorrida a alta velocidad previa a lesion								
	B	SE	Wald	Df	Sig	Exp(B)	Lower	Upper
Metros a 18km/h semana 2	1.370	.361	12.229	1	.000	3,93700787	1,94	8,00
Metros a 21km/h semana 4	.829	.256	5..167	1	.001	3,78787879	1,39	3,79
Metros en DT semana 2	1.348	.351	21.190	1	.000	3,84615385	1,93	7,69
Metros DT semana 4	.864	.326	7.023	1	.008	2,36966825	1,25	4,48
Constant	4.902	.702	48.704	1	.000	134.494		

Fuente: elaboración propia del autor.

Usando los mismos datos de distancia recorrida, se consideraron únicamente las distancias recorridas a alta velocidad y las distancias totales recorridas (tabla 3), encontrando una probabilidad de 3,9 y 3,7 más veces para las velocidades a 18 y 21 km/h respectivamente de desarrollar lesión.

Finalmente, acorde con los objetivos propuestos se realizó un análisis usando la relación aguda crónica de las cargas de entrenamiento, como se mencionó previamente, la relación

aguda crónica, se calculó usando el promedio acumulado de la distancia recorrida cuatro semanas previas a la lesión para la carga crónica y para la carga aguda se tomó la distancia recorrida en la última semana antes de la lesión. Con esa información se realizó una regresión logística binaria buscando asociación con el desarrollo de lesiones. (tabla 4)

En el caso de esta regresión se analiza desde la perspectiva de los jugadores no lesionados, teniendo eso en cuenta, al encontrar una relación aguda crónica con un valor mayor a 1, a una velocidad de 16km/h, aumenta la probabilidad en 10.602 de no presentar una lesión.

Por el contrario, al analizar la relación aguda crónica en la variable 21km/h, se encuentra que una relación mayor a 1, disminuye la probabilidad de no presentar una lesión en 0.111.

Al analizar las demás variables conseguidas a partir de la información del GPS no se encontró una asociación significativa cuando se compararon con los bloques de análisis.

Tabla 4. OR para relación aguda crónica y presencia de lesiones

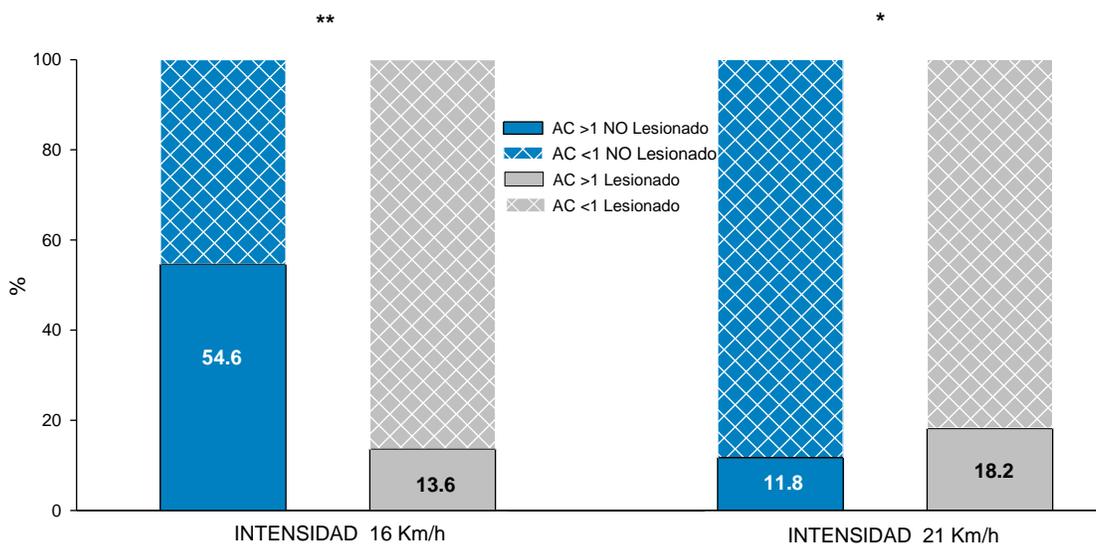
	OR para relacion AC y presencia de lesiones						95% CI for Exp(B)	
	B	SE	Wald	Df	Sig	Exp(B)	Lower	Upper
AC 16 km/h	2.361	.675	12.229	1	.000	10.602	2.823	39.817
AC 21km/h	-2.202	.969	5.167	1	.023	.111	0.17	.738
Constant	3.491	.758	21.190	1	.000	32.803		

Fuente: elaboración propia del autor.

Una forma diferente de analizar la relación aguda crónica se pudo realizar haciendo una diferenciación entre lesionados y no lesionados que presentaron una relación aguda crónica mayor 1 y aquellos presentaron una relación aguda crónica menor a 1 a diferentes intensidades (16 y 21 km/h), esta división de datos permitió encontrar que, a una intensidad

mayor, en caso de presentar una relación aguda crónica mayor a 1, se asocia con mayor porcentaje de lesiones que a una menor intensidad. (Figura 10)

Figura 10. Porcentaje de lesionados a intensidad 16 y 21 km/h teniendo en cuenta si relación aguda crónica es o no mayor a 1.



Fuente: elaboración propia del autor.

Incidencia de lesiones

Para realizar el cálculo de la incidencia se tuvo en cuenta número de jugadores tanto en entrenamiento como en competencia, la duración de cada sesión/ partido y el número total

de partidos y de entrenamientos. De esta forma se logró un cálculo horas de exposición/riesgo por jugador, general, teniendo en cuenta competencia y entrenamientos, así como un cálculo específico para competencia y entrenamiento.

Al tener las horas de riesgo/exposición se tomó el número total de lesiones presentes en el periodo en seguimiento y se dividió por las horas de riesgo/exposición, posteriormente se multiplicó este valor por 1000, dando el resultado en tasa por mil horas de exposición. (32)

En el seguimiento realizado de enero a junio de 2019 se evidenciaron 13 lesiones, calculando así, una incidencia general de 2,9 lesiones por 1000 horas de exposición, incluyendo lesiones tanto traumáticas como no traumáticas. El sitio afectado de manera más frecuente es la rodilla con una incidencia de 0,9 por 1000 horas de exposición. Al hacer la división entre traumáticas y no traumáticas se encuentran diferencias importantes; la incidencia de lesiones no traumáticas es de 0,9 lesiones por 1000 horas de exposición, mientras que para lesiones traumáticas es de 1,6 lesiones por 1000 horas de exposición. En cuanto a lesiones en competencia vs en entrenamiento, la incidencia de lesiones en competencia fue casi 3 veces mayor a la encontrada en entrenamiento (16,1 lesiones /1000 horas vs 5,78 lesiones/1000 horas, respectivamente). A pesar de haber una menor exposición a situaciones de competencia que de entrenamiento, el 63,6% de las lesiones ocurrieron durante competencia. Finalmente, se observó que el número total de días perdidos por lesión fue de 216 días, con un promedio de 18,48 días de incapacidad.

Severidad de la lesión

Para clasificar la severidad de las lesiones se tuvo en cuenta el número de días de ausencia del entrenamiento y competencia, de acuerdo con lo establecido por el consenso recomendado por el centro de investigación en valoración médica FIFA. (28)

Teniendo en lo anterior, las lesiones se clasificaron en mínimas (1-3 días de actividad perdidos), leves (4-7 días de actividad perdidos), moderados (1-4 semanas de actividad perdidas) o severas (>4 semanas de actividad perdidas).

Se evidencio que el 38.4% de las lesiones se encontraban dentro de la clasificación como mínimas, 7.6% de las lesiones se encontraban dentro de la clasificación como leves, 38.4% de las lesiones se encontraban dentro de la clasificación como moderadas y 15.4% de las lesiones se clasificaban como severas.

Mecanismo de lesión

La gran mayoría de las lesiones (63%), se clasificaron como de origen traumático y tan solo el 36% de las lesiones se clasificaron como de origen no traumático o sobreuso. Ninguna de las lesiones se clasifico como relesión o recaída.

Sitio de lesión

El 30% de las lesiones se localizaron en la rodilla, la mayoría de estas clasificadas de origen traumático, las lesiones localizadas en ingle y cuádriceps representaron un 23% cada una. Las lesiones de tobillo fueron el cuarto sitio más frecuente con un 15% de todas las lesiones. Las lesiones en pie fueron un 7%.

Tabla 5. Clasificación de lesiones por 1000 horas

Nº Lesiones			
	Traumática	No traumática	General
Sitio			
Rodilla	0,68 (3)	0,22 (1)	
Ingle	0,22 (1)	0,45 (2)	
Cuadriceps	0,22 (1)	0,45 (2)	
Tobillo	0,45 (2)	0	
Pie	0,22 (1)	0	
Total	1,8 (8)	1,14 (5)	
Severidad			
Minima	0,45 (2)	0,68 (3)	
Leve	0,22 (1)	0	
Moderada	0,9(4)	0,22 (1)	
Severa	0,22 (1)	0,22 (1)	
Total	1,8 (8)	1,14 (5)	
Momento de lesion			
Competencia	1,37 (6)	0,45 (2)	16,16 (8)
Entrenamiento	0,45 (2)	0,68 (3)	5,78 (5)
Total	1,8 (8)	1,14 (5)	2,9 (13)
* valor absoluto en parentesis			

Fuente: Elaboración propia del autor

Discusión

Hasta donde hay conocimiento este es el primer estudio realizado en el futbol profesional colombiano con el objetivo de analizar el comportamiento de las cargas de entrenamiento aplicadas, registradas con un dispositivo GPS y la incidencia de lesiones durante una temporada (seis meses) de entrenamiento y competencia.

Cargas aplicadas y lesiones

Estudios previamente realizados enfocados en hacer seguimiento de las cargas de entrenamiento, ya sea carga interna o carga externa han sido claves en determinar la asociación entre un volumen alto de cargas y el desarrollo de lesiones. El estudio realizado por Malone y cols, determino una relación lineal positiva entre la exposición a un alto volumen de cargas de entrenamiento/competencia y las variaciones semana a semana de estas con el desarrollo de lesiones. (14,30)

Así mismo otros trabajos realizados en deportes de equipo identifican una relación entre exposición a un alto volumen de cargas y el desarrollo de lesiones. Rogalski y cols identifican

que una mayor carga acumulada semanal en jugadores de rugby se asocia con mayor riesgo de lesión (OR = 2.44, 95% IC 1.28–4.66, $p = 0.007$) así como el estudio realizado por Gabbet y cols quienes identifican que una alta carga total de entrenamiento en jugadores de rugby, se asocia con la incidencia total de lesiones ($r = 0.82$, $P < 0.01$) (17, 31) En futbol específicamente una mayor carga, se puede referir a una mayor exposición de entrenamientos, o como ocurre con más frecuencia, casos donde hay un número elevado de partidos en poco tiempo. El estudio realizado por Dupont y cols, encontró una incidencia mayor y significativa de lesiones en jugadores de futbol cuando participan en 2 partidos en un periodo de una semana a diferencia de si participan en únicamente un partido en el transcurso de la semana (25.6 lesiones vs 4,1 lesiones por 1000 horas de exposición ($P < .001$)) esencialmente aumentando la carga a la que son expuestos y limitando el periodo de recuperación. (32)

Los hallazgos en el estudio actual respecto a las distancias recorridas registradas con GPS, revela que aquellos jugadores que presentaron una lesión recorrieron una mayor distancia, de forma significativa ($p < 0.05$), en todas las intensidades comparado con aquellos jugadores que no presentaron una lesión en el periodo de seguimiento. (Figuras 4-7) Como se evidencia en las gráficas, la distancia recorrida semanalmente para los jugadores lesionados tiende a ser superior, esto sugiere no solo que la carga aplicada es mayor en estos jugadores en todas las variables, sino también que la relación aguda crónica podría ser mayor. (Figuras 4-7)

sin tener en cuenta las semanas previas a la lesión, también se encuentra una diferencia entre jugadores lesionados y no lesionados, como se evidencia en las gráficas 6 y 7, aquellos jugadores que presentaron una lesión recorrieron mayor distancia encontrándose

predominantemente en los valores 3 y 4 (moderadamente alto y alto respectivamente) del z-score. Esto va de la mano con lo previamente mencionado, pues muestra una diferencia importante en las distancias recorridas, aun sin tener en cuenta la relación aguda crónica.

El hallazgo previamente descrito está limitado por la escasa presencia de lesiones registradas, característica que se discutirá en la sección de limitaciones del estudio, sin embargo, no deja de ser un hallazgo valioso y comparable por los estudios realizados en futbol. Donde se encuentra una mayor probabilidad de lesión traumática o no traumática ante una mayor carga acumulada semanal en jugadores jóvenes (RR=1.65, 95% IC 1.04 a 2.62, $p=0.032$) (Bowen, 2017). También en futbolistas una mayor distancia total recorrida mostro mayor probabilidad de lesión de tipo traumática (RR=2.1, 95% IC 1.1 a 4.0, $p=0.03$) (Bowen, 2019). Lo anterior justifica el uso y la importancia del seguimiento de la carga aplicada a los jugadores, en este caso la distancia que es recorrida en el posterior desencadenamiento de lesiones. (20,21)

Al buscar la asociación entre las cargas semanales y la presencia de lesiones se encontró una relación importante entre la distancia recorrida en las variables de velocidad 16 y 18 km/h a la semana 2 y la presencia de una lesión al finalizar las 4 semanas de seguimiento (OR 2.3 95% IC 1,29 a 4,23, $p = 0.05$ y OR = 3,1 IC 1,63 a 5,98 $p =0.01$ respectivamente, tabla 2). Este hallazgo va muy en relación con los reportados por Gabbet y Rogalski y Bowen donde encuentran que una alta carga crónica, que es lo que refleja el hallazgo del estudio actual, se asocia con la presencia de lesiones. (31,17)

Similarmente se encontró una asociación entre la distancia total recorrida en la segunda y en la cuarta semana de seguimiento y la presencia de lesiones (OR 2.3 95% IC 1,22 a 4,46, $p = 0.010$ y OR = 2,3 IC 1,24 a 4,5 $p =0,009$ respectivamente, tabla 2). Hay un análisis

importante que permite hacer este hallazgo, un valor alto en la distancia total recorrida en la semana dos de seguimiento va a favorecer el aumento de la carga crónica lo que puede darle aún más valor a lo ya descrito respecto a una alta carga crónica y la presencia de lesiones.

El hallazgo de un OR de 2.3 (OR = 2,3 IC 1,24 a 4,5 p =0,009) asociado al desarrollo de lesiones en distancia total recorrida en la cuarta semana de seguimiento (tabla 2), puede hacer pensar en un aumento de la relación aguda crónica ya que la cuarta semana se tomó como la carga aguda en el cálculo del índice para el análisis. Este resultado es similar al encontrado en el trabajo de Bowen y cols. (21) donde una alta relación aguda crónica en distancia total se relacionó con mayor probabilidad de lesiones (RR=2.0, 95% IC 1.0 a 4.0, p=0.04). La gran diferencia en este punto entre el estudio actual y el realizado por Bowen y cols radica en la asociación que encontró de una relación aguda crónica alta (>1) con lesiones de origen traumático. En el estudio actual la incidencia de lesiones fue demasiado baja para relacionar cargas con diferentes tipos de lesión.

Al tener únicamente en cuenta las distancias recorridas a alta velocidad, 18 km/h y 21km/h ,en las semanas previas al desarrollo de lesión se encuentra una mayor probabilidad para desarrollar lesión (OR: 3,9 95% IC 1,94 a 8,00 p = 0,00 y OR = 3,78 95% IC 1,39 a 3,79 p = 0,001, tabla 3), lo que parece sugerir que la velocidad a la que se recorren las distancias aumenta la probabilidad de desarrollar lesión, esta asociación es mencionada sin llegar a ser significativa en el trabajo realizado por Bowen y cols (21), por otro lado, en otro estudio realizado por Bowen y cols (20) en una población de futbolistas jóvenes, se encontro una asociación significativa al tener en cuenta la distancia recorrida a alta velocidad con un riesgo de lesión (RR=1.73, 95% IC 1.06 a 2.84, p=0.029). Teniendo esta información en cuenta, es

claro que es necesario hacer un seguimiento de las distancias recorridas y las velocidades a las que se recorren estas distancias pues pueden ser factores que determinan la presencia de lesiones.

El análisis realizado usando la relación aguda crónica permitió asociar, desde la perspectiva de los no lesionados, dos valores de relación aguda crónica con probabilidad o no de lesión.

Se encontró inicialmente que una relación aguda crónica mayor a 1 en la variable velocidad 16km/h, aumenta la probabilidad de no lesión (OR = 10.66, 95% CI 2.82–39.817, $p = 0.00$), esto puede sugerir que un valor alto en esta variable puede ser en cierta forma asociado con un mejor estado de fitness y posiblemente mayor preparación ante un evento que puede desencadenar una lesión. Este hallazgo es comparable con el encontrado por Malone y cols, quienes encontraron que aquellos futbolistas con relación aguda crónica alta (>1) y menor a 1,25 presentaron menor riesgo de lesión a lo largo de la temporada (OR = 0.68, 95%CI 0.08–1.66, $p = 0.006$) (30). La diferencia con respecto al estudio actual es que no se tuvieron en cuenta límites superiores para la relación aguda crónica en el momento de analizar. (tabla 3) Esto podría sugerir que hay un valor de relación aguda crónica por encima del cual hay mayor probabilidad de lesiones en futbolistas.

Otro hallazgo importante se encontró teniendo en cuenta la relación aguda crónica de la variable velocidad 21 km/h, donde la probabilidad de no lesión disminuye ante un valor elevado (>1) de esta relación aguda crónica (OR = 0.111 95% CI 0.17– 0.738, $p = 0.23$). Esto sugiere que un valor elevado de esta relación a esta velocidad aumenta la probabilidad de desarrollar una lesión. El trabajo realizado por Bowen asoció una relación aguda crónica alta,

en las variables de alta velocidad con mayor probabilidad de lesiones de tipo no traumático (RR=2.09, 95% CI 1.06 - 4.12, p=0.033) (20)

Los resultados del trabajo actual sugieren que una mayor distancia recorrida a una velocidad baja, en este caso 16km/h y por lo tanto una alta relación aguda crónica se asocia con menor probabilidad de lesión. Esto puede deberse al hecho que, ante una mayor carga aplicada a baja velocidad, posiblemente se asocie con mejores atributos físicos en los jugadores, una característica importante ya descrita por Hulin y cols previamente, pero aplicada a otros deportes de equipo. (19) Este análisis es también soportado por el trabajo de Bowen y cols. donde una alta relación aguda crónica parece conferir a los jugadores una tolerancia ante cargas elevadas. (21)

Ante una alta relación aguda crónica a alta velocidad, los hallazgos del estudio actual sugieren que hay mayor probabilidad de lesión, esto puede deberse a un factor relacionado con las lesiones de tipo traumático, pues mayor velocidad supone más intensidad y más probabilidad de caídas o contacto con otros jugadores, característica que no se puede omitir a la hora de tener en cuenta estas cargas en los jugadores.

Estos hallazgos respecto a la relación aguda crónica se pueden reforzar por los hallazgos de la figura 10, donde se tienen en cuenta la relación aguda crónica a lo largo de la temporada para los jugadores no lesionados y los jugadores lesionados a dos intensidades, 16 km/h y 18 km/h, encontrando que aquellos jugadores que no presentaron una lesión, tienen una relación aguda crónica >1 en la variable 16km/h y una relación aguda crónica menor a 1 en la variable 18km/h por otro lado los jugadores lesionados presentan un aumento de la relación aguda crónica en la variable 18km/h, lo que sugiere que una relación elevada, a alta velocidad, es decir un aumento de la carga en la última semana previa a

lesión, puede ser un factor determinante, esto refuerza la importancia de hacer seguimiento a las cargas aplicadas y las velocidades en que se recorren estas.

Incidencia de lesiones

La duración del seguimiento al equipo es un factor importante a tener en cuenta a la hora de hablar de incidencia de lesiones, pues se puede entender que a mayor periodo de seguimiento mayor posibilidad de reportar un gran número de lesiones.

Muchos de los estudios cuyo objetivo es reportar la incidencia de lesiones, se llevan a cabo por largos periodos de seguimiento, evaluando un gran número de equipos a lo largo de ese periodo e incluso competencias internacionales. (33,34)

En el estudio de Ekstrand y cols, se realizó un seguimiento durante siete temporadas, con una duración de 1 año cada una, en 23 equipos de diferentes regiones de Europa. En el caso de ese estudio se encontraron un total de 4483 lesiones, para una incidencia general de 8 lesiones por mil horas de exposición. Adicionalmente se encontró una incidencia mayor durante competencia que en entrenamiento (27.5 vs 4.1 lesiones, respectivamente). (25) A pesar de tener resultados diferentes, desde el punto de vista metodológico hay similitudes importantes con el presente estudio, las lesiones que se tuvieron en cuenta fueron aquellas que generaran incapacidad ya sea en entrenamiento o en competencia, adicionalmente el diagnostico de lesiones se llevaba a cabo por el departamento médico del equipo profesional, finalmente el formato de registro y reporte de lesiones usado en ambos estudios es el recomendado por FIFA en el consenso realizado por Fuller y cols. (28) En el presente estudio se encontraron un total de 13 lesiones, para una incidencia general de 2,9 lesiones por mil

horas de exposición, similarmente se encontró una incidencia mayor en competencia que en entrenamiento (16,16 vs 5,78 respectivamente). Las diferencias en ambos trabajos pueden ser el resultado del tiempo de observación, del número de jugadores observados y el número de lesiones presentes durante este tiempo.

En cuanto a estudios que se hayan realizado en una población similar a la estudiada en el presente trabajo, vale la pena mencionar dos puntualmente. El estudio realizado por Osorio y cols, en donde se realizó un seguimiento de una sola temporada a los equipos de futbol de la región de Antioquia calculando una incidencia general de 2,81 lesiones por 1000 horas de exposición, una incidencia en entrenamiento de 2,01 por 1000 horas de exposición y una incidencia en competencia de 14,42 por 1000 horas de exposición. (35) Desde el punto de vista incidencia general e incidencia en competencia, estos datos son muy similares a los encontrados en el presente estudio, sin embargo, se desconoce si se tuvo en cuenta en el estudio de Osorio y cols, incluir las lesiones que causaban incapacidad o aquellas que requerían atención inmediata. No obstante, el número de jugadores y probablemente el tiempo de exposición es mayor en este estudio previamente mencionado.

Por otro lado, encontramos el estudio de Ruiz y colaboradores, quienes realizaron un seguimiento de las lesiones de una sola temporada en un equipo de futbol profesional colombiano. En el caso de este estudio, se evidenció una incidencia general de 2,55 lesiones por 1000 horas, una incidencia en competencia de 8,41 por 1000 horas y una incidencia en entrenamiento 1,56 lesiones por 1000 horas. (27) El valor de incidencia general para este trabajo por Ruiz y cols también es muy similar al encontrado en el presente estudio. Sin embargo, en este trabajo se desconocen los valores exactos utilizados para realizar el cálculo de incidencia, en términos de jugadores expuestos por sesión y duración de sesión.

El análisis que se puede realizar teniendo en cuenta los datos de los estudios previamente descritos, es que es importante hacer seguimiento de los jugadores no solo en los periodos de entrenamiento, sino también en los periodos de competencia pues es en este momento donde se presenta la mayor incidencia de lesiones, independientemente que el origen de estas sea traumático o no. En ese sentido debe realizarse un seguimiento constante a las cargas a las que está expuesto el jugador, pues definitivamente puede ser un factor determinante en la aparición de lesiones.

El impacto que tienen las lesiones en el rendimiento es un tema de investigación que poco se ha tenido en cuenta en los estudios de incidencia de lesiones. En el estudio realizado por Hagglund y cols, se realiza una asociación entre la tasa de incidencia de lesiones y el rendimiento en la liga local y en competencias internacionales en 24 equipos europeos. (37)

En este trabajo de Hagglund y cols se encuentra que a menor incidencia de lesiones y menor carga de lesiones (logrando ese valor al multiplicar valor de incidencia de lesiones por el promedio de días perdidos en el periodo estudiado) mejores resultados se obtienen en la liga local.(37) Al hacer una comparación entre la incidencia general de ese trabajo y el presente estudio, se evidencia que la incidencia general en el presente estudio es menor comparado con el promedio general, sin embargo, cabe resaltar que el seguimiento del equipo en el presente trabajo es de una sola temporada y sin tener datos de la incidencia de lesión o la carga de lesiones en temporadas previas no es posible hacer una comparación adecuada de esta información.

En términos de rendimiento asociado a los datos previamente descritos el hallazgo de incidencia general de lesiones por tasa de 1000 horas (2,9) y número total de lesiones (13) podría suponer un mejor rendimiento en la liga local, en ese sentido se encontró que el

equipo analizado logró un segundo puesto en la clasificación general de la liga colombiana, clasificando así a los cuadrangulares finales, lo que se puede analizar como un adecuado rendimiento y resultado deportivo consecuentemente.

Mecanismo de lesión

Evaluar los mecanismos que originan las lesiones es de suma importancia pues pueden ser factores que lleven a modificaciones tanto en el plan de prevención como en el plan de manejo de un equipo profesional de fútbol. Los dos mecanismos grandes que evalúan en la mayoría de los estudios encontrados en la literatura son las lesiones de origen traumático donde se tienen en cuenta aquellas lesiones asociadas a impacto como resultado de alta intensidad, velocidad y contacto con otros jugadores.

Por otro lado, se clasifican como lesiones no traumáticas aquellas que se presentan debido a sobreuso, en respuesta a una mayor participación en cargas desproporcionadas de entrenamiento o competencia.

En el presente estudio se tuvo en cuenta tanto lesiones traumáticas como no traumáticas, principalmente debido a la baja incidencia de lesiones no traumáticas reportadas en el periodo de seguimiento en el equipo profesional.

En la literatura actual se hace evidente la alta incidencia de lesiones de origen traumático, asociado a esto se encuentra una mayor ocurrencia de estas lesiones en competencia.

En relación con esto se evidencia en el trabajo realizado por Ekstrand y cols, una mayor incidencia de lesiones de origen traumático y adicionalmente que se presentan más frecuentemente en competencia. (25)

Otro estudio con resultados similares es el realizado por Bowen y cols a lo largo de 3 temporadas en la liga inglesa, donde encontraron una mayor incidencia de lesiones traumáticas (16,9 /1000 horas de exposición), con mayor incidencia durante competencia (33,7//1000 horas de exposición). (21)

Al tener en cuenta únicamente lesiones musculares, en el estudio de Ekstrand y cols, también se encuentra una mayor incidencia de lesiones de origen traumático con mayor frecuencia en competencia. (26)

Como los estudios previamente citados, el presente estudio revela una mayor incidencia de lesiones traumáticas durante competencia. Teniendo en cuenta esta información, es motivo suficiente para considerar no solo las lesiones traumáticas del presente estudio, sino también analizar los resultados del seguimiento con GPS, buscando factores de riesgo importantes que se puedan prevenir a largo plazo o que permitan revelar factores que protejan ante estas lesiones.

Severidad de la lesión

Como se describió previamente la severidad se asocia con los días de ausencia de entrenamiento o de competencia. La mayoría de los estudios cuyo objetivo es evaluar y caracterizar la incidencia de lesiones, usan la clasificación realizada por Fuller y cols y recomendada por la FIFA para hablar de severidad de lesiones. (28)

En el estudio realizado por Ekstrand y cols, se encontró que el 16% de todas las lesiones analizadas se clasificaban como severas (aquellas que causan una incapacidad mayor a 28 días), adicionalmente se encontró que la mayoría de las lesiones se encontraban dentro de la

clasificación como leves (aquellas que causan incapacidad de 4 a 7 días) y moderadas (aquellas que causan incapacidad por 8 a 28 días).

En el estudio de Bowen y cols realizado en futbolistas de la categoría juvenil, se encontró una alta incidencia de lesiones clasificadas como leves y moderadas. (20)

Los hallazgos del presente estudio son similares a los estudios previamente descritos, donde se encontró que la mayoría de las lesiones registradas se clasificaron como leves o moderadas. Adicionalmente a esto se encontró un alto porcentaje, 38,4% de lesiones clasificadas como mínimas (incapacidad de 1 a 3 días). Estos hallazgos son relevantes pues las lesiones que generan una incapacidad entre 4 y 28 días son las que más prevención van a requerir pues tendrán un impacto importante no solo en el futbolista sino también en el rendimiento del equipo.

Estructura anatómica afectada

El consenso realizado por Fuller y cols, actualmente recomendado por la FIFA, permite realizar un seguimiento de las estructuras anatómicas afectadas y permite una comparación entre diferentes trabajos realizados en el seguimiento de lesiones. (28)

Sumado a lo anterior, ya se conoce que un gran porcentaje de las lesiones que generan incapacidad y pérdida de tiempo de competencia o entrenamiento son de origen muscular como fue descrito por Ekstrand y cols (26). Adicionalmente se encuentra que aproximadamente entre el 63% y el 93% de todas las lesiones ocurren en los miembros inferiores.

Por lo anterior vale la pena destacar cuales son las estructuras mas afectadas en un seguimiento de lesiones en deportes de equipo, con el objetivo de realizar estrategias de prevención de lesiones en estas estructuras.

En el metaanálisis realizado por Llana y cols, se encontró que las regiones anatómicas con mayor compromiso por lesiones fueron rodilla, tobillo, muslo y cadera respectivamente. (37)

En el estudio realizado por Ekstrand y cols, se encuentra que dentro de las estructuras con mayor afectación a lo largo de 8 años de seguimiento están el muslo con una afectación de 23% de todas las lesiones, rodilla siendo un 18% de todas las lesiones, cadera/ingle siendo un 14% de todas las lesiones y finalmente tobillo siendo también el 14% de todas las lesiones registradas. (26)

En el presente trabajo se encontraron valores diferentes a los encontrados en estudios previos, donde la estructura con mayor afectación es la rodilla seguida de cadera/ingle y cuádriceps.

Una característica que podría explicar los hallazgos encontrados en el presente estudio puede asociarse a la alta incidencia de lesiones traumáticas registradas, sin embargo, al haber mayor compromiso en las rodillas vale la pena reevaluar las estrategias de prevención de lesiones en este sitio anatómico.

Es la baja incidencia de lesiones a lo largo de un semestre, lo que limita la cantidad de lesiones que se pueden analizar y comparar con otros trabajos similares.

Conclusiones

Los hallazgos del presente estudio muestran la importancia de hacer un seguimiento de las cargas aplicadas a los jugadores de futbol desde un punto de vista del departamento médico,

pues permite además de caracterizar las cargas a las que son expuestos a lo largo de la temporada lo jugadores, también determinar cuáles variables específicas de las cargas son determinantes en el desarrollo de lesiones.

El presente estudio sugiere que cargas a baja intensidad se asocian con mayor capacidad física, mejores cualidades y esencialmente más preparación ante lesiones, por el contrario, altas cargas a alta intensidad se asocian con mayor presencia de lesiones, sin diferenciar entre traumáticas y no traumáticas.

El uso de la relación aguda crónica para determinar presencia de lesiones esta aun en una etapa muy temprana de desarrollo, a pesar de esto los hallazgos del presente estudio sugieren que una relación aguda crónica elevada en variables de baja intensidad tienen menor probabilidad de lesión y una relación aguda crónica elevada en variables de alta intensidad tienen mayor probabilidad de lesión. Estos resultados deben incentivar a continuar investigando la importancia que tiene el uso de esta novedosa herramienta en la predicción y prevención de lesiones.

El registro de las lesiones es de suma importancia para caracterizar y describir las lesiones en un equipo de futbol, teniendo en cuenta que la mayoría de las lesiones son de severidad leve a moderada, se debe enfocar hacia programas que implementen estrategias de prevención ante estas lesiones. Esto podría traducirse a mejorar el rendimiento y disminuir la pérdida de entrenamientos o competencia por lesión.

La incidencia de lesiones que se calculó en el presente estudio es muy similar a la calculada en estudios previamente realizados en otros equipos de la liga colombiana, a pesar de diferencias en parámetros a evaluar y características de los estudios, esto hace que

continuar realizando este tipo de trabajos tenga cada vez más relevancia para establecer datos más sólidos en nuestro medio.

El uso del seguimiento de las cargas aplicadas a los futbolistas es una estrategia novedosa, por esto mismo no hay parámetros establecidos de como analizar la información que pueda asociarse con lesión, es precisamente por esto que se deben continuar realizando trabajos que analicen esta información.

Limitaciones

Este trabajo fue realizado en un periodo de seguimiento de únicamente 6 meses, al ser un periodo corto de evaluación limita su comparación con otros estudios cuyo objetivo es evaluar la incidencia de lesiones, adicionalmente el seguimiento se realizó únicamente en un equipo de futbol, estos dos factores limitan la cantidad de lesiones registradas en el periodo de seguimiento.

Adicionalmente un factor limitante importante es el hecho que la mayoría de los estudios de este tipo, realizan un seguimiento de tipo prospectivo, lo que facilita el seguimiento de las cargas de entrenamiento y de las lesiones que ocurran a lo largo de la temporada. El presente estudio fue de tipo retrospectivo para facilitar la recolección de información.

Con respecto al número de lesiones registradas, el hecho que haya un número tan bajo a lo largo de la temporada y correlacionando con los hallazgos de otros dos estudios realizados en poblaciones similares, hace pensar en un posible subregistro o subdiagnostico de lesiones en el periodo de evaluación.

Al encontrar un número tan escaso de lesiones se limita la posibilidad de hallar una correlación entre las cargas de entrenamiento como factor de riesgo desencadenante de lesiones, para lograr una asociación moderada a fuerte es necesario un número aproximado de 20 a 50 lesiones. (39)

Anexo 1

Formato reporte exposición			
	Fecha	Duración	Entrenamiento o competencia
Jugador # 1			
Jugador # 2			
Jugador # 3			
Jugador # 4			
Jugador # 5			
Jugador # 6			
Jugador # 7			
Jugador # 8			
Jugador # 9			
Jugador # 10			
Jugador # 11			

Jugador # 12			
Jugador # 13			
Jugador # 14			

Anexo 2

Formato Reporte de Lesión

1. Fecha de lesión: _____

2. Parte lesionada

- | | | |
|---|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Cabeza/cara | <input type="checkbox"/> Clavícula | <input type="checkbox"/> Muslo |
| <input type="checkbox"/> Cuello | <input type="checkbox"/> /hombro | <input type="checkbox"/> Rodilla |
| <input type="checkbox"/> Tórax/pecho/
espalda alta | <input type="checkbox"/> Brazo | <input type="checkbox"/> Cuádriceps |
| <input type="checkbox"/> Abdomen | <input type="checkbox"/> Codo | <input type="checkbox"/> Pantomilla/
tendón Aquiles |
| <input type="checkbox"/> Espalda | <input type="checkbox"/> Antebrazo | <input type="checkbox"/> Tobillo |
| <input type="checkbox"/> baja/sacro/p
elvis | <input type="checkbox"/> Muñeca | <input type="checkbox"/> Pie/dedo pie |
| | <input type="checkbox"/> Mano/dedo | |
| | <input type="checkbox"/> Cadera/ingle | |

3. Parte del cuerpo afectada

- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Derecha | <input type="checkbox"/> Izquierda | <input type="checkbox"/> No aplica |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

4. Tipo de lesión

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Concusión | <input type="checkbox"/> Menisco o
cartilago | <input type="checkbox"/> Hematoma/c
ontusión |
| <input type="checkbox"/> Fractura | <input type="checkbox"/> Ruptura/des
garro/sobrec
arga | <input type="checkbox"/> Abrasión |
| <input type="checkbox"/> Otra lesión
ósea | <input type="checkbox"/> Ruptura
tendón | <input type="checkbox"/> Laceración |
| <input type="checkbox"/> Luxación | | <input type="checkbox"/> Lesión
nerviosa |
| <input type="checkbox"/> Esguince/les
ión
ligamento | | |

5. Diagnostico: _____

6. Momento de lesión

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Entrenamiento |
| <input type="checkbox"/> Competencia |

7. Duración de incapacidad: _____

Referencias

1. McGuigan M. Monitoring training and performance in athletes. Champaign, IL: Human Kinetics; 2017.P. 1-12.
2. Mujika I, Chatard J, Busso T, Geysant A, Barale F, Lacoste L. Effects of Training on Performance in Competitive Swimming. *Canadian Journal of Applied Physiology* 1995 Dec 1,;20(4):395-406.
3. Scrimgeour AG, Noakes TD, Adams B, Myburgh K. The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 1986;55(2):202-209.
4. Stewart AM, Hopkins WG. Seasonal training and performance of competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences* 2000 Jan 1,;18(11):873-884.
5. Gabbett TJ. Influence of training and match intensity on injuries in league. *Journal of Sports Sciences* 2004 May 1,;22(5):409-417.
6. Colby M, Dawson B, Heasman J, Rogalski B, Gabbett T. Accelerometer and GPS-Derived Running Loads and Injury Risk in Elite Australian Footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014 Aug;28(8):2244-2252.
7. Gabbett T, Whyte D, Hartwig T, Wescombe H, Naughton G. The Relationship Between Workloads, Physical Performance, Injury and Illness in Adolescent Male Football Players. *Sports Med* 2014 Jul;44(7):989-1003.
8. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British journal of sports medicine* 2016 Mar;50(5):273-280.
9. Cummins C, Orr R, O'Connor H, West C. Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Med* 2013 Oct;43(10):1025-1042.
10. Chambers R, Gabbett T, Cole M, Beard A. The Use of Wearable Microsensors to Quantify Sport-Specific Movements. *Sports Med* 2015 Jul;45(7):1065-1081.
11. Catapult User Manual; 2018; Available at: <https://www.catapultsports.com/support>.
12. Gabbett T, Ullah S. Relationship Between Running Loads and Soft-Tissue Injury in Elite Team Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2012 Apr;26(4):953-960.
13. Colby M, Dawson B, Heasman J, Rogalski B, Gabbett T. Accelerometer and GPS-Derived Running Loads and Injury Risk in Elite Australian Footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014 Aug;28(8):2244-2252.
14. Ehrmann F, Duncan C, Sindhusake D, Franzsen W, Greene D. GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2016 Feb;30(2):360-367.
15. Gabbett T. The Development and Application of an Injury Prediction Model for Noncontact, Soft-Tissue Injuries in Elite Collision Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010 Oct;24(10):2593-2603.
16. Piggott B, Newton MJ, McGuigan MR. The relationship between training load and incidence of injury and illness over a pre-season at an Australian football league club. 2009 Jan 1,.

17. Rogalski, Brent|Dawson, Brian|Heasman, Jarryd|Gabbett, Tim J. Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2012;16(6):499-503.
18. Cross MJ, Williams S, Trewartha G, Kemp SP, Stokes KA. The Influence of In-Season Training Loads on Injury Risk in Professional Rugby Union. *International journal of sports physiology and performance* 2016 Apr;11(3):350-355.
19. Hulin BT, Gabbett TJ, Lawson DW, Caputi P, Sampson JA. The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British journal of sports medicine* 2016 Feb;50(4):231-236.
20. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li F. Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine* 2017 Mar;51(5):452-459.
21. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Bruce-Low S, Li F. Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British journal of sports medicine* 2019 Feb 21,;:099422.
22. Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine* 2016 Apr;50(8):471-475.
23. Pruna R, Einar T, Clarsen B, Mcall Alan. *Muscle Injury Guide: Prevention of and Return to Play from Muscle Injuries*. Barca Innovation Hub 2018.
24. Mueller-Wohlfahrt H, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *British Journal of Sports Medicine* 2013 Apr;47(6):342-350.
25. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British journal of sports medicine* 2011 Jun;45(7):553-558.
26. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sports Medicine* 2011 Jun;39(6):1226-1232.
27. Ruiz C, Povea C, Castro G. *Lesiones En Un Equipo De Futbol Durante Un Torneo Del Campeonato Profesional Colombiano*. Universidad el Bosque; 2015.
28. Fuller C, Ekstrand J, Junge A, Andersen T, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus Statement on Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2006 Mar;16(2):97-106.
29. Phillips LH. Sports injury incidence. *British Journal of Sports Medicine* 2000; 34:133-136.
30. Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ. The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2016;20(6):561-565.
31. Gabbett TJ, Jenkins DG. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2010;14(3):204-209.

32. Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 Soccer Matches in a Week on Physical Performance and Injury Rate. *The American Journal of Sports Medicine* 2010 Sep;38(9):1752-1758.
33. Phillips LH. Sports injury incidence. *British Journal of Sports Medicine* 2000; 34:133-136.
34. Bjørneboe J, Bahr R, Andersen T. Gradual increase in the risk of match injury in Norwegian male professional football: A 6-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24: 189–196.
35. Junge A, Dvořák J. Football injuries during the 2014 FIFA World Cup. *British Journal of Sports Medicine* 2015 May;49(9):599-602.
36. Osório JA, Álvarez Franco SA, Sánchez Hernández JY, Quiceno Noguera CA. Incidencia de lesiones en futbolistas profesionales de los equipos antioqueños en la temporada de julio a diciembre de 2006. 2008 Dec 1,.
37. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine* 2013 Aug;47(12):738-742.
38. Llana Belloch S, Pérez Soriano P, Lledó Figueres E. La epidemiología en el fútbol: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte* 2010(37).
39. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries — a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine* 2003 Oct;37(5):384-392.