

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
COORDINACION DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS AVANZADOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS  
COORDINACION DE LA ESPECIALIDAD  
EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE  
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL**



**“RELACION DE LA FRECUENCIA CARDIACA ENCONTRADA CON POLAR TEAM PRO Y LA INTENSIDAD PLANIFICADA EN EL ENTRENAMIENTO, EN FUTBOLISTAS UNIVERSITARIOS, TOLUCA 2019”**

**CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN  
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE**

**PRESENTA:**

**M.C. JONATHAN AGUILAR REYES**

**DIRECTOR:**

**M.S.P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ**

**TUTOR**

**M. EN C.M.D. HÉCTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ**

**REVISORES:**

**TOLUCA, ESTADO DE MEXICO; 2021**

**RELACION DE LA FRECUENCIA CARDIACA ENCONTRADA CON POLAR  
TEAM PRO Y LA INTENSIDAD PLANIFICADA EN EL ENTRENAMIENTO, EN  
FUTBOLISTAS UNIVERSITARIOS, TOLUCA 2019.**

## INDICE

<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>7</b>
<b>FUTBOL ASOCIACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>Definición.....</b>	<b>7</b>
<b>Historia .....</b>	<b>7</b>
<b>Duración y métodos de desempate.....</b>	<b>10</b>
<b>Balón en juego, interrupciones, faltas y mala conducta .....</b>	<b>11</b>
<b>DEMANDAS FISIOLÓGICAS .....</b>	<b>13</b>
<b>MONITOREO DE FRECUENCIA CARDIACA.....</b>	<b>15</b>
<b>Frecuencia cardiaca.....</b>	<b>15</b>
<b>Tipos de frecuencia cardiaca.....</b>	<b>15</b>
<b>Métodos para la toma de la frecuencia cardiaca.....</b>	<b>19</b>
<b>Tecnologías de medición .....</b>	<b>21</b>
<b>INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO .....</b>	<b>22</b>
<b>¿Cómo dosificar las cargas? .....</b>	<b>22</b>
<b>Zonas de entrenamiento .....</b>	<b>22</b>
<b>Monitoreo de entrenamiento en el fútbol.....</b>	<b>24</b>
<b>JUSTIFICACIONES .....</b>	<b>29</b>

<b>HIPOTESIS</b> .....	30
<b>OBJETIVOS</b> .....	31
<b>Objetivo general</b> .....	31
<b>Objetivos específicos</b> .....	31
<b>METODOS</b> .....	32
<b>DISEÑO DEL ESTUDIO</b> .....	32
<b>OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b> .....	32
<b>UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA</b> .....	38
<b>INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION</b> .....	39
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	39
<b>LIMITE DE TIEMPO Y ESPACIO</b> .....	40
<b>DISEÑO DE ANALISIS</b> .....	40
<b>Resultados y Discusión</b> .....	46
<b>Conclusiones</b> .....	55
<b>Sugerencias</b> .....	56
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	57
<b>ANEXOS</b> .....	60

# **RELACION DE LA FRECUENCIA CARDIACA ENCONTRADA CON POLAR TEAM PRO Y LA INTENSIDAD PLANIFICADA EN EL ENTRENAMIENTO, EN FUTBOLISTAS UNIVERSITARIOS, TOLUCA 2019.**

## **Resumen**

Introducción: Las demandas fisiológicas en el fútbol pueden llegar a variar, logrando observar diferencias en distancias recorridas,  $VO_2max$ , FC e intensidades alcanzadas entre defensas, mediocampistas y delanteros. Es esencial realizar estudios que determinen si las cargas durante las sesiones de entrenamiento establecidas corresponden a los objetivos que se buscan. Para ello se determinan las zonas de entrenamiento y se utilizan sistemas GPS para cuantificar las cargas físicas en tiempo real. Se realizó monitoreo de la frecuencia cardiaca en 20 futbolistas universitarios para establecer la relación existente entre la intensidad de entrenamiento planificada y la obtenida con el equipo polar team pro.

Método: Se realizó un estudio transversal, de diagnóstico y estadiaje de intervalo de valores normales, en 20 futbolistas universitarios (9 defensas, 5 medios y 6 delanteros), a quienes se les monitoreó la frecuencia cardiaca con el sistema polar team pro durante 36 sesiones de entrenamiento.

Objetivo: Se determinó la relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento, de futbolistas universitarios, Toluca 2019.

Resultados y conclusiones: La FC de entrenamiento general fue de 182 lpm (90% de la FCM teórica). La FC de entrenamiento en fase principal (fase 2), fue de  $149 \pm 15$  lpm en los delanteros,  $144 \pm 15$  lpm en los mediocampistas y  $145 \pm 18$  lpm en los defensas. Se encontró una relación directamente proporcional para la fase de calentamiento y principal, por lo tanto, “si hay relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento, de futbolistas universitarios, Toluca 2019”.

Palabras clave: Frecuencia cardiaca, polar team pro, futbolistas universitarios.

## **RELATION OF THE HEART RATE FOUND WITH POLAR TEAM PRO AND THE INTENSITY PLANNED IN TRAINING, IN COLLEGE FOOTBALL PLAYERS, TOLUCA 2019.**

### **Abstract**

**Introduction:** Physiological demands in football can vary, managing to observe differences in distances covered, VO<sub>2</sub> max, HR and intensities achieved between defenders, midfielders and forwards. It is essential to carry out studies that determine if the loads during the established training sessions correspond to the objectives that are sought. To do this, training zones are determined and GPS systems are used to quantify physical loads in real time. Heart rate monitoring was carried out in 20 college soccer players to establish the relationship between the planned training intensity and that obtained with polar team pro system.

**Method:** A cross-sectional, diagnostic and staging study of the range of normal values was carried out in 20 college soccer players (9 defenders, 5 midfielders and 6 forwards), who has their heart rate monitored with polar team pro system during 36 sessions of training.

**Objective:** The relationship of the heart rate found with polar team pro and the intensity planned in training, of college soccer players, Toluca 2019, was determined.

**Results and conclusions:** The general training heart rate was 182 bpm (90% of the theoretical HRM). The training HR in main phase (phase 2) was 149 ±15 bpm in forwards, 144 ±15 bpm in midfielders and 145 ±18 bpm in defenders. A directly proportional relationship was found for the warm-up and main phases, therefore, "there is a relationship between the heart rate found with polar team pro and the intensity planned in training, of college soccer players, Toluca 2019".

**Key words:** Heart rate, polar team pro, college soccer players.

## MARCO TEORICO

### FUTBOL ASOCIACIÓN

#### Definición

El fútbol asociación es un deporte de pelota en el que compiten dos equipos de once jugadores. Se juega con un balón en un campo rectangular de hierba o de césped artificial, con una portería situada en cada uno de los lados del campo. El objetivo del juego consiste en introducir el balón en la portería opuesta sin utilizar las manos, lo que se conoce como gol. Sólo los porteros pueden usar las manos o los brazos para detener los lanzamientos o poner el balón en juego. La victoria la consigue el equipo que más goles marca durante los 90 minutos que dura el partido. Si el resultado al final es de empate, puede producirse una prórroga o no dependiendo del formato de la competición.

#### Historia

En las antiguas civilizaciones encontramos antecedentes de este deporte. Según la FIFA, la forma más antigua del juego de la que hay evidencia científica data de una época alrededor de los siglos II ó III a.C. en China. Además, el juego romano *Harpastum* puede ser un ancestro distante del fútbol. En la Europa medieval también se jugaban diversas formas de fútbol, aunque las reglas variaban mucho según la época y la zona.

En épocas prehispánicas los indígenas practicaban un juego de pelota que era a la vez un ritual religioso y un deporte, llamado tlachtli en náhuatl, pok-ta-pok en maya y taladzi en zapoteca, que consistía en hacer pasar una pesada pelota por un aro, pegándole solo con la cadera y los muslos. (1)

El Fútbol actual tiene su origen en las Islas Británicas. En las diferentes regiones, el deporte se jugaba con sus propias reglas y sin alguna organización bien establecida.

Fue hasta 1848 cuando dos estudiantes de la Universidad de Cambridge reunieron a otras escuelas para establecer unas reglas únicas de juego.

En 1863 en Londres se reúnen en la taberna Free Masson's para unificar criterios y definir las reglas de juego, esto incluía si se jugaba con manos y pies, o solo con los pies. De esta reunión el Rugby tomó su propio camino y allí mismo se funda la Football Association, teniendo como base las reglas de Cambridge. Las únicas diferencias fueron que las reglas de la Futbol Asociación no permitían el juego brusco y la utilización de las manos para trasladar el balón.

Pretendiendo organizar y unificar el Futbol del Reino Unido bajo un mismo reglamento, en 1886 se celebró la primera reunión oficial de la International Football Association Board (IFAB).

En el siglo XX, el 21 de mayo de 1904 en París se funda la Federación Internacional del Futbol Asociado (FIFA), por representantes de siete países, y en 1913 la FIFA se sumó como miembro de la IFAB.

La Copa Mundial de Futbol que organiza la FIFA es el evento con mayor audiencia en el mundo. En Juegos Panamericanos el Futbol masculino ha sido deporte oficial desde la primera edición en 1951 en Buenos Aires, Argentina. Y en la rama femenina desde 1999 en Winnipeg, Canadá. (1)

Actualmente las reglas de juego a nivel de la FIFA, son las que rigen el Futbol en todo el mundo.

## **Jugadores, equipamiento, árbitros y terreno de juego**

Cada equipo consiste de un máximo de once jugadores, uno de los cuales debe ser el portero. Las reglas de la competición pueden establecer un número mínimo de jugadores requeridos para constituir un equipo, que generalmente es de siete. El portero es el único jugador al que se le permite jugar el balón con las manos o los brazos, pero sólo dentro del área de penalti situada en frente de su propia portería. Aunque hay varias posiciones en las cuales el entrenador puede situar a los jugadores de campo (todos menos el portero), estas tácticas y estrategias no están definidas ni requeridas por las reglas.

En cuanto al equipamiento básico, los jugadores deben vestir camiseta, pantalón corto, calcetines, botas y espinilleras. Está prohibido vestir o usar cualquier objeto que sea peligroso para ellos mismos u otro jugador (joyas o relojes). El portero debe vestir con ropa que se distinga fácilmente de la que llevan el resto de jugadores y los árbitros. (2)

Puede haber reemplazos de algunos jugadores por jugadores suplentes durante el transcurso del juego. El número máximo de sustituciones permitidas en la mayoría de las ligas nacionales e internacionales es de tres jugadores. Las razones comunes para la sustitución incluyen lesiones, cansancio, poca efectividad, cambio táctico o como forma de perder tiempo al final del partido. En los partidos de adultos normales, un jugador que ha sido sustituido no puede volver al partido.

El juego está controlado por un árbitro, que tiene la autoridad para aplicar las reglas del juego durante el partido. Este está asistido por dos árbitros asistentes. En muchos partidos de alto nivel hay también un cuarto árbitro (y en la Copa del Mundo un quinto), que asiste al árbitro y puede reemplazar a cualquiera de los colegiados si es necesario.

La longitud del campo rectangular (terreno de juego), especificada para los partidos de adultos internacionales, está en el rango de 100-110 metros, y el ancho en 64-75 metros. Los campos para partidos no internacionales pueden ser de 90-120 metros de longitud y 45-90 metros de ancho, procurando que el terreno de juego no llegue a ser cuadrado. Las líneas que limitan el terreno a lo largo se llaman líneas de banda o laterales, mientras que los márgenes más cortos se llaman líneas de gol. Centrada en cada línea de gol se sitúa una portería rectangular. Los bordes internos de los postes verticales de la portería deben estar separados 7.32 metros, y el borde inferior del travesaño horizontal que soporta los postes debe estar a 2.44 metros sobre el suelo. Normalmente se sitúan redes detrás de la portería, pero no son requeridas por las Reglas de Juego.

En frente de cada portería se encuentra un área del campo conocida como área de penalti. Esta área tiene un determinado número de funciones, de las cuales la más importante es señalar dónde puede el portero coger el balón con las manos y dónde se considera penalti la falta cometida por un miembro de la defensa del equipo contrario. (2)

### **Duración y métodos de desempate**

Un partido de fútbol tiene dos períodos de 45 minutos cada uno, conocidos como "primer tiempo" y "segundo tiempo". Cada parte se juega de forma continua sin parar el reloj cuando se interrumpe el partido; sin embargo, el árbitro puede añadir tiempo al final de cada período si hay paradas significativas durante los mismos. Entre estos dos tiempos hay un descanso de 15 minutos. El árbitro es el que controla oficialmente el tiempo y puede alargar los períodos si hay situaciones en las que se pierde tiempo como las que causan las sustituciones, la asistencia médica a lesionados u otras paradas.

En partidos de liga se pueden producir empates, pero en algunas competiciones eliminatorias es necesaria una prórroga si no hay un ganador al final del tiempo reglamentado; esta prórroga consiste de dos períodos de 15 minutos. Si el partido sigue empatado después de la prórroga, algunas competiciones permiten el uso de

tandas de penaltis (conocido oficialmente en las reglas del juego como "faltas desde el punto de penalti") para determinar qué equipo pasará a la siguiente fase del torneo. Los goles marcados durante la prórroga cuentan en el resultado final del partido, pero no así los goles de desempate marcados durante la tanda de penaltis.

(2)

### **Balón en juego, interrupciones, faltas y mala conducta**

Los dos estados básicos durante el partido son el de balón en juego y balón no en juego. Desde el comienzo de cada período de juego, con el saque de centro (golpear el balón con el pie desde el punto central), hasta el final del primer período, el balón se considera en juego en todo momento excepto cuando sale del campo o el juego es interrumpido por el árbitro. Cuando el balón no está en juego, puede volver a ponerse en juego de alguna de las siguientes maneras:

- **Saque de centro:** desde el círculo central, después de un gol del equipo contrario o para empezar cada período de juego.
- **Saque de banda:** desde alguna de las dos líneas de banda, cuando el balón ha traspasado completamente la línea de banda, siendo sacado por el equipo contrario al que tocó por última vez el balón antes de que saliera.
- **Saque de portería:** desde el área de meta, cuando el balón ha traspasado completamente la línea de gol sin que se haya marcado gol, si ha sido tocado antes por un atacante; lo saca el equipo defensor (a menudo el portero).
- **Saque de córner:** desde las esquinas, cuando el balón ha traspasado completamente la línea de gol sin que se haya marcado gol, si ha sido tocado antes por un defensor; lo saca el equipo atacante.
- **Libre indirecto:** desde el punto donde se cometa la falta. Se concede al equipo contrario debido a faltas que no sean punibles, ciertos tipos de infracciones técnicas o cuando el árbitro para el juego con objeto de sancionar sin que se haya cometido una falta específica. No se puede marcar gol de forma directa mediante el libre indirecto.

- **Libre directo:** desde el punto donde se cometa la falta. Se concede debido a faltas punibles.
- **Penalti:** desde el punto de penalti. Se concede tras una falta, normalmente punible, ocurrida dentro del área de penalti.
- **Saque neutral:** desde el punto donde estaba el balón al interrumpir el partido. Ocurre cuando el árbitro para el partido por cualquier otra razón a las expuestas (por ejemplo, lesión grave de un jugador, interferencia de una tercera parte o balón defectuoso).

Una falta se produce cuando un jugador comete una infracción específica listada en las reglas del juego mientras el balón está en juego. Las infracciones que constituyen falta se encuentran especificadas en la regla 12. Ejemplos de faltas punibles son tocar el balón con la mano, empujar a un oponente, zancadillear al contrario, agarrar, etc. (2)

El árbitro puede sancionar a un jugador o suplente por mala conducta con una advertencia (tarjeta amarilla) o bien expulsarle (tarjeta roja). Una segunda tarjeta amarilla en el mismo partido provoca una tarjeta roja y, por tanto, la expulsión. La mala conducta puede ocurrir en cualquier momento, y aunque las infracciones en este sentido están listadas en las reglas, las definiciones son amplias. En particular, la infracción por "comportamiento no deportivo" puede ser usada para tratar la mayoría de los eventos que violan el espíritu del juego, incluso si no están listadas como infracciones específicas. Los entrenadores y la plantilla de apoyo pueden ser también expulsados del campo y sus alrededores por el árbitro si incurren en mala conducta.

El árbitro puede permitir la continuidad del juego, aunque haya una infracción si con ello beneficia al equipo sobre el que se ha cometido; esto se conoce como "ley de la ventaja". El árbitro puede sancionar posteriormente la infracción original si la ventaja anticipada no se produce dentro de un período corto de tiempo, que suele ser de cuatro o cinco segundos. Incluso si una infracción no es penalizada a causa

de la ley de la ventaja, el infractor puede ser sancionado por su mala conducta en la siguiente interrupción del juego.

## **DEMANDAS FISIOLÓGICAS**

El rendimiento en el fútbol es el resultado de las capacidades fisiológicas y psicológicas de los jugadores, factores sociales y habilidades técnicas y tácticas. Actualmente, el fútbol demanda altas intensidades, con el fin de ejecutar un rendimiento dinámico y rápido. Las demandas exigidas conllevan a que los esfuerzos de alta intensidad se entremezclan con periodos de carga de baja intensidad.

El flujo sanguíneo sistémico aumenta directamente con la intensidad de la actividad física. El gasto cardíaco se incrementa de manera rápida durante la transición del reposo al ejercicio de ritmo constante. Después aumenta de manera gradual hasta llegar a una meseta, donde el flujo sanguíneo satisface las demandas de los requerimientos metabólicos del ejercicio. En los adultos jóvenes la frecuencia cardíaca máxima (FCM) promedio es de 195 lpm. En contraste los atletas de alto rendimiento alcanzan una FCM en promedio de hasta 205 lpm. (3)

El jugador de fútbol realiza gran cantidad de desplazamientos en resistencia, donde la energía es suministrada por el sistema aeróbico. Numerosos esfuerzos cortos e intensos, que implican la participación del metabolismo anaeróbico aláctico, mientras que la participación de la glucólisis anaeróbica es mínima.

Los ejercicios de resistencia de baja intensidad y prolongados durante un largo periodo de tiempo consumen oxígeno del metabolismo aeróbico y las contracciones más potentes, rápidas y breves de los sprint y los saltos, requieren la participación del metabolismo anaeróbico aláctico, mientras que los esfuerzos intermedios (de un minuto de duración aproximadamente) activan la glucólisis anaeróbica láctica.

El tiempo real de juego es de alrededor de 45 a 50 minutos, con una duración muy similar entre la primera y la segunda parte.

Algunos autores coinciden en que la distancia recorrida por un futbolista, se sitúa alrededor de 10 a 13 km, ello dependiendo de la posición de juego, y con diferencias entre el primer y segundo tiempo, que oscila alrededor de unos 400 a 500 m. menos en el segundo tiempo. Un jugador tiene un desplazamiento intenso cada 77 a 90 segundos. Dichos desplazamientos son breves y pueden consistir desde un salto, desplazamiento lateral, giro, una carrera de aproximadamente 10 a 15 metros.

El promedio del  $VO_2$  max utilizado durante un partido es de 70% aproximadamente. En cuanto a la FC obtenida durante un partido de competición, los valores oscilan entre 160 y 175 lpm, lo que representa un 85% de la FCM teórica aproximadamente. Se ha considerado que la FC media durante un partido alcanza valores próximos a  $167 \pm 3,9$  lpm. Disminuye en el segundo tiempo 2,3 lpm de media. Además, el 90% del tiempo, la FC es inferior a 170 lpm. (4)

La intensidad de entrenamiento media registrada durante los partidos competitivos se describió como 70-80% de  $VO_2$ max o 80-90% de la FCM, independientemente del nivel de juego. Con respecto a las zonas de entrenamiento, aproximadamente el 65% de la duración total del partido se trabaja a una intensidad del 70-90% de FCM y raramente por debajo del 65% de FCM. La respuesta de la FC de acuerdo con la posición de juego indica que los mediocampistas se caracterizan por tener la intensidad de entrenamiento más alta, seguidos por los delanteros y los defensas laterales. (13)

Aunque se considera que el comportamiento de la FC del futbolista profesional en competición, parece relacionarse de forma clara con situaciones propias del juego, es decir, el esfuerzo físico y fisiológico que desempeña el jugador y no con situaciones externas al mismo (12), se cree que algunos de los factores que condicionan la respuesta de la FC al ejercicio son: el tipo y cantidad de grupos musculares que participan en el ejercicio, la edad, el género, el grado de entrenamiento, las condiciones ambientales, las variaciones circadianas y la presencia de situaciones patológicas. (11)

## **MONITOREO DE FRECUENCIA CARDIACA**

### **Frecuencia cardiaca.**

La frecuencia cardiaca es el número de veces que el corazón se contrae en un minuto, representada por las pulsaciones por minuto. Es uno de los parámetros cardiovasculares más sencillos e informativos. Refleja la intensidad del esfuerzo que debe hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas por el cuerpo cuando se realiza una actividad. Para ello se debe entender y comparar la frecuencia cardiaca de reposo y durante el ejercicio. (5)

La utilización del registro de la frecuencia cardiaca es una de las formas para tener un control fisiológico que más comúnmente se aplica en la evaluación de la intensidad del esfuerzo a la que trabaja el organismo. La FC máxima (FCM) es un parámetro muy básico para determinar el esfuerzo y la intensidad del ejercicio realizado. El emplear la FCM como procedimiento de control de la carga de entrenamiento es justificado debido a que es un método de registro sencillo, el cual puede ser manual, o con sistemas de registro telemétricos con pulsómetros. Estos factores hacen posible que se pueda establecer un programa de actividad física que tome la FC como elemento de control de la intensidad del ejercicio. Con este tipo de control se puede establecer la actividad física de manera individualizada. (5)

### **Tipos de frecuencia cardiaca**

#### **Frecuencia cardiaca de reposo o basal**

Se define la frecuencia cardiaca de reposo como aquella frecuencia cardiaca mínima que posee el sujeto en un estado de reposo, como límite inferior de su FC útil. (6)

La FC de reposo en promedio suele ser de 60 a 80 lpm. En individuos sedentarios desentrenados y de mediana edad puede superar los 100 lpm. El promedio en las mujeres puede ser entre 7 o 10 lpm mayor que en los hombres. En deportistas sometidos a entrenamientos de resistencia se han descrito frecuencias en reposo que oscilan entre 30 y 40 lpm. Existen diversos factores que afectan la frecuencia cardiaca, tales como la genética, la edad, el género, factores psicológicos, la postura, ingesta de medicamentos o sustancias, y el grado de entrenamiento. Una de las adaptaciones al ejercicio es el aumento del tamaño del corazón y de la capacidad de bombear más sangre en cada latido, por lo tanto, una persona con buena condición física y que haya seguido un buen plan de entrenamiento cardiorrespiratorio, necesitará menos latidos por minuto que una persona no entrenada para movilizar la misma cantidad de sangre, lo cual se verá reflejado en la frecuencia cardiaca basal. Los valores normales oscilan entre 60-100 lpm. Cuando se está por debajo de 60 lpm en reposo se denomina bradicardia y por encima de 100 lpm taquicardia. (6)

Las estimaciones de la FC de reposo deben hacerse solamente bajo condiciones de total relajación, como a primeras horas de la mañana al levantarse de un sueño reparador durante la noche. Por lo tanto la FC previa al ejercicio no debe usarse como estimación de la FC de reposo. (6)

### **Frecuencia cardiaca máxima.**

Se define como la frecuencia cardiaca máxima (FCM) teórica que se puede alcanzar en un ejercicio sin poner en riesgo la salud, siempre y cuando el sujeto se encuentre en óptima condición física. Cuando se alcanza la FCM, teóricamente, se ha alcanzado la máxima capacidad de trabajo. Por ello la FCM es una herramienta para determinar la intensidad de los entrenamientos.

La FCM es un parámetro muy empleado para ayudar en la planificación de la actividad física y diagnósticos clínicos. Para una planificación individual del ejercicio, es necesario el registro de la FC durante su desarrollo, siendo éste un excelente medio de control de la carga de trabajo. Debido a que la FCM puede variar entre un 3-7%, resulta imprescindible la necesidad de mantener un constante control.

Otra aplicación que puede tener la FCM es la de ser considerada como referente a la hora de determinar la interrupción en una prueba ergométrica. (6)

### **Cálculo de la frecuencia cardiaca máxima.**

Existen muchas maneras de determinar áreas de trabajo a partir de la FC. Lo más común es primero determinar la FCM teórica y a partir de ésta y mediante porcentajes tratar zonas de trabajo.

Se han hecho diversos estudios y propuestas de fórmulas que relacionan la edad para el cálculo de la FCM.

Estudio	Población	Fórmula FCmáx
Bruce	Hombres sanos	$210 - 0.662 \times \text{edad}$
Fernhall	Hombres y mujeres sanos	$205 - 0.62 \times \text{edad}$
Froelicher	Hombres sanos	$207 - 0.64 \times \text{edad}$
Inbar	Hombres y mujeres sanos	$205,8 - 0.685 \times \text{edad}$
Jones	Hombres y mujeres sanos en bicicleta estática	$202 - 0.72 \times \text{edad}$
Miller	Hombres y mujeres obesos	$200 - 0.48 \times \text{edad}$
Ricard	Hombres y mujeres en tapiz rodante	$209 - 0.587 \times \text{edad}$
Ricard	Hombres y mujeres sanos en bicicleta estática	$200 - 0.687 \times \text{edad}$

Tanaka	Hombres y mujeres sedentarios	211 – 0.8 x edad
Tanaka	Hombres y mujeres activos	207 – 0.7 x edad
Tanaka	Hombres y mujeres entrenados	206 – 0.7 x edad
Whaley	Mujeres	209 – 0.7 x edad
Whaley	Hombres	214 – 0.8 x edad

Sin embargo, una de las fórmulas más extendidas en el campo de la medicina del deporte y del entrenamiento deportivo es la que considera la FCM= 220-edad. (26)

### **Frecuencia cardiaca de entrenamiento.**

La FC de entrenamiento se define como el establecimiento de un ritmo en pulsaciones o lpm que un individuo debe utilizar para lograr aquella intensidad que le procure el estímulo necesario para producir la pretendida súper compensación posterior y la consecuente mejora de su rendimiento. Cuando se empieza a hacer ejercicio, la FC aumenta directamente en proporción al incremento de la intensidad del ejercicio hasta llegar a un punto cercano al agotamiento.

### **Cálculo de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio.**

Para calcular la FC durante el ejercicio, se puede realizar mediante el uso de un monitor de frecuencia cardiaca o pulsómetro. Se programa previamente el aparato para secuenciar los tiempos de registro y de esta manera extrapolar los resultados en el software pertinente al pulsómetro y establecer una representación gráfica de los resultados establecidos. A partir de esta representación se pueden tener los resultados de cada ritmo de pulsación en el momento determinado del ejercicio.

Otra forma de hacer el cálculo es mediante la fórmula de Karvonen, multiplicando la resta de la FCM teórica menos la FC de reposo (FCRep) por el porcentaje de intensidad (PI) y sumando a esa cifra la FC de reposo (FCRep). (6)

$$FCE = [(FCM) - FCRep] \times PI + FCRep$$

### **Frecuencia cardiaca de reserva.**

Se denomina frecuencia cardiaca de reserva (FCRes) a la diferencia entre la FCM y la FCRep.

$$FCRes = FCM - FCRep$$

Con este método la FCE se calcula tomando un determinado porcentaje de la FC de reserva y añadiéndole la FCRep.

### **Métodos para la toma de la frecuencia cardiaca**

La frecuencia cardiaca se puede medir mediante auscultación, palpación, monitor de frecuencia cardiaca o ECG.

#### **Auscultación.**

La auscultación por lo general se lleva a cabo utilizando un instrumento llamado estetoscopio. Esta es una técnica utilizada rutinariamente en medicina para escuchar los ruidos pulmonares, cardiacos e intestinales de un sujeto y evaluar su frecuencia, intensidad, duración, número y calidad. Este método es el más básico que se utiliza en la exploración física cuando los pacientes se encuentran en estado de reposo. (6)

#### **Palpación.**

Consiste básicamente en la palpación con los dedos índice y medio de los pulsos corporales y cuantificar su frecuencia e intensidad. Los sitios más utilizados y preferidos para el monitoreo de la frecuencia cardiaca en el deporte, debido a su

fácil acceso son el “pulso carotideo” localizado en el cuello y el “pulso radial” localizado en la muñeca.

La forma más exacta es contabilizar el número de pulsaciones en un minuto. También se pueden medir durante 30 segundos y multiplicarlo por 2, en 15 segundos y multiplicando por 4, o hacer la medición en 6 segundos y multiplicar por 10. Aunque estas últimas formas de hacer la medición son un tanto más prácticas y rápidas, también tienen un margen de error, que se comenta a continuación:

- El tomar las pulsaciones en un minuto, el margen de error en este minuto es de cero.
- El tomar las pulsaciones en 30 segundos, el margen de error es desde +1 hasta -1.
- El tomar las pulsaciones en 15 segundos, el margen de error va desde +4 hasta -4.
- Por último, el tomar las pulsaciones en 6 segundos, el margen de error va desde +9 hasta -9.

### **Monitor de frecuencia cardiaca.**

Los monitores de frecuencia cardiaca inalámbricos o pulsómetros son dispositivos diseñados para medir la FC. Se componen de un transmisor (cinta para el pecho) y un receptor (reloj de pulsera). La cinta para el pecho incluye dos electrodos dentro de una cinta elástica, y está diseñada para detectar cualquier latido cardiaco y enviar la señal electromagnética de baja frecuencia al reloj de pulsera. El reloj de pulsera muestra, después, la frecuencia cardiaca actual.

El uso de monitores de frecuencia cardiaca por los deportistas profesionales es imprescindible, a fin de conocer si están trabajando en la zona que el entrenador les ha exigido. En los deportes cíclicos en los que se trabaja distintas zonas de intensidad y en la que los descansos están programados y planificados para cada

zona e intensidad del entrenamiento, podemos ayudarnos de los pulsómetros o monitores para controlar la frecuencia cardiaca de trabajo para la intensidad de la zona de entrenamiento. (6)

## **Tecnologías de medición**

Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido crear instrumentos de fácil utilización que nos permiten y facilitan el registro de la intensidad de la actividad física y el deporte. Dentro de los principales sistemas utilizados para la medición de la frecuencia cardiaca encontramos: Registro mediante una cinta o banda con dos electrodos, camisetas con sensores, registro de los datos de la frecuencia cardiaca en el dispositivo de captación, registro de los datos de la frecuencia cardiaca en otro dispositivo diferente al de captación, tecnología Bluetooth, tecnología ANT+, sistemas que utilizan solo la banda para registrar y almacenar la frecuencia cardiaca, sistemas que utilizan una banda para registrar la frecuencia cardiaca y realizan el registro en un reloj, sistemas que utilizan una banda para registrar la frecuencia cardiaca y realizan el registro en un dispositivo móvil con un chip ANT+ integrado, sistemas que utilizan una banda para registrar la frecuencia cardiaca y realizan el registro en un dispositivo móvil con un dispositivo conectado al mismo (dispositivo con hardware con ANT+), Sistemas que utilizan más de una banda para registrar la frecuencia cardiaca y los datos son enviados a una estación remota para su registro. (7)

El sistema de posicionamiento global (GPS) es una tecnología de navegación basada en satélites originalmente diseñada para fines militares. Esta tecnología permite el seguimiento tridimensional de un individuo o grupo a lo largo del tiempo en entornos aéreos, acuáticos o terrestres. El reciente desarrollo de unidades de GPS portátiles ha permitido una aplicación más amplia de esta tecnología en una variedad de entornos, incluido el deporte, proporcionando así un medio adicional para describir y comprender el contexto espacial de la actividad física.

La tecnología GPS se utiliza cada vez más en entornos deportivos de equipo para proporcionar a los científicos deportivos y entrenadores un análisis integral y en tiempo real del rendimiento de los jugadores en el campo durante la competición o entrenamiento. Esta tecnología se ha utilizado ampliamente en rugby league, Rugby Union, Australian Football League (AFL), cricket, hockey y fútbol. (17)

## **INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO**

### **¿Cómo dosificar las cargas?**

El uso del GPS ha sido incorporado para controlar las sesiones de entrenamiento, para cuantificar las cargas físicas y fisiológicas que un ejercicio físico causa, a través de variables como la frecuencia cardiaca, la velocidad media, los impactos y la distancia total cubierta por un jugador, permitiendo diariamente, semanalmente o por sesión, la cuantificación del volumen de la estación, para grupos e individuos, en tiempo real.

Debido a la necesidad que poseen los preparadores físicos y entrenadores de fútbol de controlar la intensidad del entrenamiento y la competencia, es esencial realizar estudios que se enfoquen en determinar si las cargas durante las sesiones de entrenamiento establecidas corresponden a los objetivos que se buscan. Para ello nos sirve determinar las zonas de entrenamiento durante los entrenamientos. (8)

### **Zonas de entrenamiento**

Existen diferentes zonas de entrenamiento establecidas en base al porcentaje de la FCM y dependiendo de las características del individuo, de los diferentes deportes o del objetivo que se busca lograr con el entrenamiento.

**Zona 1. Actividad regenerativa.** El 50-60% de la FCM. Esta es la zona de entrenamiento para personas sedentarias que inician una actividad física y los que inician actividades después de algún problema de salud. Es aquí donde los atletas realizan el calentamiento y vuelta a la calma de ejercicios más intensos. Algunos de los beneficios del ejercicio en esta área son para fortalecer el corazón, bajar el colesterol, la grasa corporal, presión arterial y el riesgo de enfermedades degenerativas. Se recomienda para acondicionamiento básico o rehabilitación cardiaca.

**Zona 2. Control de peso.** Entre el 60-70% de la FCM. En esta intensidad el cuerpo utiliza una mayor cantidad de grasa almacenada para utilizarla como sustrato energético, aunque los hidratos de carbono también son metabolizados si la intensidad va en aumento. En esta zona se fortalece el corazón y el cuerpo comienza a beneficiarse de los efectos positivos del entrenamiento aeróbico. Se recomienda para mantener el estado físico y la salud. (6)

**Zona 3. Aeróbica.** Entre el 70-80% de la FCM. Tiene las mismas características que el anterior, pero con más intensidad, por lo tanto, la degradación de los hidratos de carbono será mayor en esta zona que en la anterior. Es un trabajo de mayor calidad y donde se pueden obtener mayores adaptaciones para la mejora de la condición física. Hacer ejercicio en esta zona aumenta la capacidad aeróbica, la capacidad pulmonar, el volumen y el tamaño de los vasos sanguíneos. Se recomienda solo para deportistas con buena condición física.

**Zona 4. Umbral anaeróbico.** Entre el 80-90% de la FCM. En este ámbito el organismo está capacitado para metabolizar eficientemente el ácido láctico. Esta es un área de entrenamiento duro, que no debe mantenerse durante más de una hora. En el umbral anaeróbico el entrenamiento comienza a ser más anaeróbico que aeróbico.

**Zona 5. Alta intensidad.** Más del 90% de la FCM. No se recomienda para entrenamientos cardiovasculares orientados a la salud o pérdida de peso. Se utiliza más bien en deportes de rendimiento o grandes esfuerzos. Esta es un área de alto riesgo de lesiones. En este ámbito de ejercicio el cuerpo trabaja en régimen de débito de oxígeno. Se recomienda solo para deportistas de alto rendimiento. (6)

### **Monitoreo de entrenamiento en el fútbol**

La frecuencia cardíaca se ha considerado como uno de los principales parámetros utilizados para controlar la capacidad funcional en deportistas, así como su adaptación a las cargas de entrenamiento. (16) Determinar la resistencia cardiorrespiratoria de los deportistas, mediante estimación de  $VO_2$  max o usando la FC, así como dar un seguimiento médico deportivo de dichos valores, resulta fundamental para una correcta dosificación de cargas en cuanto a la intensidad del entrenamiento. (9)

Los monitores de frecuencia cardíaca a menudo se emplean fuera del laboratorio para supervisar el entrenamiento y ayudar en la planificación de intensidades de entrenamiento. En general, la frecuencia cardíaca se ha demostrado que tiene niveles aceptables de confiabilidad como una medida de la intensidad del ejercicio. De este modo la medición de la frecuencia cardíaca para calcular la intensidad del ejercicio utilizando un monitor de ritmo cardíaco portátil como herramienta se basa en dos premisas. La primera es una relación lineal propuesta entre la frecuencia cardíaca y  $VO_2$  y la segunda es que la frecuencia cardíaca es una medida indirecta del gasto de energía. A partir de la asociación del ritmo cardíaco con el  $VO_2$ , se ha propuesto que existe una relación lineal entre la frecuencia cardíaca, la tasa de trabajo y la captación de oxígeno. La carga de entrenamiento interno generalmente se mide por la FC debido a la relación lineal conocida de la frecuencia cardíaca con  $VO_2$ . Esta relación frecuencia cardíaca- $VO_2$  se caracteriza por una elevación en la frecuencia cardíaca como un reflejo de la utilización fraccional del máximo consumo

de oxígeno cuando se realiza actividad vigorosa. Por esta razón, los monitores de frecuencia cardíaca proporcionan una medida práctica del consumo de oxígeno. (20)

El análisis de los patrones de movimiento y de las acciones técnico-tácticas que acontecen durante los partidos oficiales de fútbol profesional, así como un adecuado control y manejo de la carga de entrenamiento se ha mostrado crucial para optimizar el rendimiento en futbolistas de alto nivel. (27) El monitoreo con GPS nos permite obtener de una forma objetiva una cuantificación de la carga interna del jugador por medio de marcadores fisiológicos como lo es la FC. (10) Las mediciones de la frecuencia cardíaca en reposo, ejercicio y recuperación nos permiten controlar la fatiga, el estado físico y las respuestas de resistencia, lo que tiene implicaciones directas para ajustar la carga de entrenamiento diariamente durante los bloques de entrenamiento específicos y durante la temporada competitiva. (13)

El entrenamiento de fútbol que tiene un enfoque en el mejoramiento fisiológico puede ser descrito en términos de su proceso (la naturaleza del ejercicio) o su resultado (anatómico, fisiológico, bioquímico y adaptaciones funcionales). (14) La implementación de cargas de trabajo altamente concentradas en lugar de aumentar aún más la magnitud del entrenamiento parece ser una forma práctica y científica de mejorar la preparación de los atletas de alto rendimiento. (15) Por otro lado, cargas de entrenamiento sostenidas, especialmente si son altas, pueden llevar a tener malas adaptaciones, así como fatiga y lesiones. (28) Esto resultaría en deficientes sesiones de entrenamiento y falla en el mejoramiento del rendimiento individual del atleta y del equipo. (18) Monitorear el entrenamiento puede permitirle al personal técnico examinar la respuesta de los jugadores a una carga de entrenamiento cuantificada y, por lo tanto, proporcionar información sobre la eficacia de la dosis de entrenamiento. (24) En este sentido se ha establecido la importancia de tener un mayor equilibrio entre carga y estrés semanal con el estímulo de entrenamiento y minimizar la fatiga en jugadores de fútbol entre partidos. (25) Por ello es importante una adecuada planificación y periodización de las cargas de entrenamiento.

Los efectos del entrenamiento de resistencia de carreras intermitentes de corta duración se han reportado en atletas con mejoras en el  $Vo_{2max}$  y retraso de la fatiga en comparación con los métodos de carrera continua. Los efectos del entrenamiento con carreras intermitentes de corta duración en jugadores de fútbol de élite se han analizado durante años. Se ha demostrado que este tipo de método de entrenamiento tiene el potencial de mejorar la resistencia de los jugadores. (18)

Se ha monitoreado la intensidad del esfuerzo en 4 diferentes formas de entrenamiento en equipos de fútbol (entrenamiento táctico, entrenamiento técnico, entrenamiento de juego amistoso y partido de entrenamiento) en diferentes sesiones, utilizando POLAR TEAM SYSTEM para medir la FC de los atletas durante 2 semanas. Se sabe que el juego amistoso es la actividad más intensa, seguida de entrenamiento partido, entrenamiento táctico y entrenamiento técnico. Por lo que el juego amistoso y el partido de entrenamiento podrían usarse para mejorar las capacidades físicas durante la pretemporada, por ejemplo. A diferencia de lo técnico y entrenamiento táctico que se pueden utilizar como actividades de calentamiento y para permitir una recuperación de jugadores sin cesar la carga de entrenamiento. (19)

Aunque anteriormente los investigadores han intentado comprender las demandas de entrenamiento realizadas por los jugadores de fútbol, se conoce información limitada con respecto a la estructura del entrenamiento en fútbol. También se sabe poco sobre las estrategias de periodización empleados por muchos equipos de élite de fútbol en una temporada competitiva y si siguen modelos tradicionales de periodización. (23) Todavía hay una oportunidad sustancial para implementar análisis predictivos para mejorar los resultados en el fútbol. Por lo que existe una tendencia creciente en el fútbol profesional hacia el uso de métricas y análisis de este tipo. (21) Derivado de ello, los entrenadores en equipos profesionales y aficionados ahora tienen información consistente para diseñar y optimizar su tiempo de entrenamiento al mezclar los aspectos técnicos, tácticos y físicos. (22)



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fútbol es uno de los deportes con mayor popularidad a nivel mundial. En las últimas décadas ha crecido en gran medida el impacto que este deporte tiene en la sociedad, los ingresos que llegan a tener los dueños de equipos profesionales llegan a ser estratosféricos. Por ello resulta realmente importante para dueños de equipos y clubes de fútbol realizar una correcta inversión en jugadores que tengan un adecuado rendimiento deportivo. Dicho rendimiento deportivo está fundamentado en una correcta planificación del entrenamiento al cual son sometidos los jugadores.

Las sesiones de entrenamiento deben de ser previamente planificadas dependiendo de la capacidad física a trabajar en el entrenamiento que se deseen desarrollar, utilizando los componentes de la carga, uno de estos es la intensidad que se trabaja en cada una de las sesiones.

La intensidad del entrenamiento actualmente puede ser monitoreada por medio de la frecuencia cardiaca en tiempo real con equipos portátiles que nos ayudan a ser objetiva dicha intensidad.

Por esta razón se busca monitorear la intensidad de la frecuencia cardiaca con medios tecnológicos como es el polar team pro, surgiendo la siguiente interrogante.

¿Cómo es la relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento, de futbolistas universitarios, Toluca 2019?

## JUSTIFICACIONES

El fútbol asociación es actualmente uno de los deportes más populares, llegando a tener millones de activos a nivel mundial. Es indiscutible el gran impacto a nivel social, cultural y económico que este deporte tiene no solo en México, sino en el resto del mundo.

El rendimiento en este deporte resulta de las capacidades fisiológicas y psicológicas de los jugadores, factores sociales y habilidades técnicas y tácticas, lo cual demanda de altas intensidades con el fin de ejecutar un trabajo dinámico. Estas altas demandas conllevan entonces a requerir que el personal profesional mejore sus metodologías durante el entrenamiento, con el propósito de lograr adaptaciones fisiológicas y de desempeño requeridos para los cambios en la dinámica del juego.

Ante esta necesidad que tienen los preparadores físicos y entrenadores de fútbol de controlar la intensidad del entrenamiento y la competencia, es esencial realizar estudios que se enfoquen en determinar si las cargas de las sesiones de entrenamiento establecidas corresponden a los objetivos que se buscan. Para esto nos sirve determinar las zonas de entrenamiento en base a la frecuencia cardiaca.

Gracias al avance tecnológico de las últimas décadas se han desarrollado sistemas telemétricos y de seguimiento por GPS, como el POLAR TEAM PRO, que nos permiten medir en tiempo real las cargas físicas y las variables fisiológicas que el ejercicio físico causa.

Dicha tecnología se encuentra disponible en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD), cumpliendo con los estándares de Helsinki para la investigación en seres humanos contando con la factibilidad y viabilidad para realizar el estudio.

## **HIPOTESIS**

HI: Si hay relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento de futbolistas universitarios, Toluca 2019.

H0: No hay relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento de futbolistas universitarios, Toluca 2019.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar la relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento, de futbolistas universitarios, Toluca 2019.

### **Objetivos específicos**

Medir la frecuencia cardiaca monitoreada con polar team pro.

Identificar la frecuencia cardiaca de reposo.

Conocer la frecuencia cardiaca de entrenamiento realizado en fase principal.

Delimitar las zonas de entrenamiento por posición.

Establecer la intensidad de entrenamiento general y por posición.

Analizar la intensidad alcanzada en las diferentes fases de la sesión de entrenamiento.

## METODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio transversal, de diagnóstico y estadiaje de intervalo de valores normales.

### OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Clasificación de variable
Frecuencia cardiaca	Es un valor que indica las veces que el corazón late en un minuto.	Reposo  De entrenamiento	Número de latidos por minuto previo al inicio del entrenamiento  Número de latidos por minuto durante las fases del entrenamiento	Cuantitativa, Discreta
Zonas de entrenamiento	Zonas diferentes de entrenamiento de ritmo cardiaco, cada	Zona 1.  Zona 2.  Zona 3.	Actividad regenerativa. El 50-59% de la FCM.  Control de peso Entre el 61-70% de la FCM.	Cualitativa, ordinal, policotómica

	una de las cuales corresponde a diferentes mecanismos metabólicos.	Zona 4.  Zona 5.	Aeróbica. Entre el 71-80% de la FCM.  Umbral anaeróbico. Entre el 81-90% de la FCM.  Alta intensidad. Más del 90% de la FCM.	
Intensidad de entrenamiento	Es la magnitud del esfuerzo físico alcanzado para realizar el ejercicio.	% de FC	Frecuencia cardiaca alcanzada entre frecuencia cardiaca máxima teórica (220-edad) por cien.	Cuantitativa, discreta
Fases de la sesión de entrenamiento	Son las diferentes fases de las que está compuesta una sesión de	Calentamiento.	Consiste en un mínimo de 5 a 10 minutos de actividad cardiovascular o de tolerancia muscular de	Cualitativa, nominal, policotómica





	<p>físicas en particular.</p>	<p>Defensa</p>	<p>terminarán en gol.</p> <p>Son jugadores muy técnicos y con una visión más amplia del campo de juego. Tienen la tarea de conectar a la defensa con los jugadores de ataque, cumpliendo una función mixta entre ser defensivos y de ataque.</p> <p>Son los encargados de evitar que el equipo rival se acerque a la</p>	
--	-------------------------------	----------------	--	--

			portería y se creen jugadas de peligro de gol en contra. En algunas jugadas pueden apoyar en el ataque.	
--	--	--	---	--

## **UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA**

La población abarcó 20 futbolistas universitarios de la Universidad Autónoma del Estado de México que cumplan con los siguientes criterios:

### **Criterios de inclusión:**

1. Practicar fútbol asociación.
2. Ser parte del equipo representativo de la Universidad Autónoma del Estado de México.
3. Acudir regularmente a los entrenamientos programados.
4. Ser de género masculino.
5. Contar con expediente médico y prueba de esfuerzo sin contraindicaciones para realizar ejercicio.

### **Criterios de exclusión:**

1. Jugadores que ingresan al equipo posterior al inicio de la toma de muestra.
2. Ser porteros.
3. Tener alguna lesión musculo esquelética al inicio del estudio.
4. Tener alguna contraindicación médica para la realización del deporte.

### **Criterios de eliminación:**

1. Jugadores que dejen de ser parte del equipo durante el tiempo del estudio.

## **INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

Para el estudio se necesitó la utilización del equipo Polar Team Pro, 20 sensores marca Polar, 20 bandas para sensores marca Polar, un Ipad para monitoreo de la frecuencia cardiaca, un maletín marca Polar, una bolsa de malla para las bandas. (ver anexo 1). Se requirió matriz para base de datos de manera electrónica en programa Excel.

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para el proyecto, junto con el entrenador y preparador físico se hizo la selección de los 20 futbolistas representativos de la Universidad Autónoma del Estado de México que cumplen con los criterios de inclusión antes mencionados y que participaron en el estudio, verificando la firma del consentimiento informado de la investigación (ver anexo 2). Por lo que se les realizó una evaluación funcional que incluye una prueba de esfuerzo. Una vez evaluados, y estableciendo que no existía contraindicación alguna para la realización de ejercicio físico, se ingresó información de los participantes a la base de datos del programa Polar Team Pro, la cual incluye: nombre completo, estatura, masa corporal, deporte, posición y VO<sub>2</sub> max actual, calculado de forma indirecta, extrayendo toda la información del expediente clínico: historia clínica y reporte de prueba de esfuerzo (ver anexo 3 y 4). Se asignó un número de sensor a cada uno de los participantes. Se monitoreo a los 20 futbolistas durante una temporada que duró aproximadamente 4-5 meses. El monitoreo consistió en la colocación, previo al inicio de cada sesión de entrenamiento, de un sensor de monitoreo conectado a una banda individual y se colocó en la región

torácica, a nivel de la apófisis xifoides, cada sensor estaba sincronizado con los datos del atleta. Una vez colocados todos los sensores se corroboró que estuvieran sincronizados al sistema de Polar Team Pro y se monitoreo con la ayuda de un Ipad que nos mostrara la frecuencia cardiaca en tiempo real. Al final de cada sesión se subió a la nube la información recabada ese mismo día y se hizo un vaciado de la información pertinente en tablas de registro de datos en programa Excel y se llevó un registro de la frecuencia cardiaca por fase de entrenamiento y por posición del jugador. (ver anexo 5).

## **LIMITE DE TIEMPO Y ESPACIO**

El estudio se realizó en la cancha de futbol asociación que se encuentra dentro de las instalaciones del Centro de Medicina de la Actividad Física y del Deporte que pertenece a la Facultad de medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. La evaluación funcional se llevó a cabo dentro del mismo centro. El levantamiento de datos se realizó durante el macro ciclo 2019.

## **DISEÑO DE ANALISIS**

Se presentaron los resultados a través de gráficas y tablas y se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial con correlación de Sperman, utilizando una hoja de cálculo de Microsoft Office en Excel y SPSS 25.

## **IMPLICACIONES ÉTICAS**

### **Declaración de Helsinki:**

La Asociación Médica Mundial (AMM) mediante la Declaración de Helsinki plantea la propuesta de principios éticos para investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables.

### **Declaración de Ginebra:**

La Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula "velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente", y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: "El médico debe considerar lo mejor para el paciente cuando preste atención médica".

### **Consentimiento Informado:**

El consentimiento informado es un instrumento en el cual se asienta el respeto a la autonomía de las personas en el ámbito de la atención médica y de la investigación en salud. El consentimiento informado no es un documento, es un proceso continuo y gradual que se da entre el personal de salud y el paciente y que se consolida en un documento (ver anexo 5).

Titulo primero disposiciones generales de la Ley general de salud en materia de investigación en seres humanos:

Artículo 11. Donde se deberá incluir el origen y el destino de los recursos financieros involucrados, inclusive investigaciones patrocinadas.

## **Aspectos éticos de la investigación:**

Artículo 13. En donde toda investigación que el ser humano sea sujeto en estudio deberán prevalecer los criterios de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos humanos.

Artículo 14. En donde la investigación se desarrollará ajustada a los principios científicos y éticos que lo justifiquen, y deberá siempre prevalecer los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles.

Artículo 16. Donde se establece el derecho de privacidad a menos que lo autorice el individuo.

Artículo 17. Que nos clasifica la investigación en investigación sin riesgo.

Artículo 18. Se suspenderá la investigación de inmediato al advertir algún riesgo o daño a la salud.

Artículo 20. Se entiende como consentimiento informado el acuerdo por escrito mediante el cual el sujeto de investigación autoriza su participación.

Artículo 21. Deberán de recibir una explicación clara y completa los sujetos en estudio.

Artículo. 22. El consentimiento informado por escrito, revisado por ambas partes y testigos, deberá de estar firmado y con su nombre.

Artículo 116. El investigador principal se encargará de la dirección técnica del estudio, de preparar el protocolo de la investigación, cumplir los procedimientos indicados en el protocolo, documentar y registrar todos los datos generados en el estudio, así como archivar el protocolo, las modificaciones del mismo, las autoridades, los datos generados y el informe final de la investigación.

Por lo tanto, se conceptualiza finalmente al estudio sin riesgo. La investigación sin riesgo no requiere de un consentimiento informado del paciente, pero por parte de la Institución si se solicita.

## **ORGANIZACIÓN**

El investigador Jonathan Aguilar Reyes encargado de armar protocolo, levantar datos, presentar resultados y elaborar conclusiones. Directores: M.S.P. Salvador López Rodríguez, M. en C.M.D. Héctor Manuel Tlatoa Ramírez, quienes dirigen el proyecto, revisan el levantamiento de datos y corrigen la manera de presentación de los datos y aprueban las conclusiones para el trabajo terminal desde el comienzo hasta el final.

## PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El presente trabajo se deriva del proyecto de investigación: “Monitoreo de la frecuencia cardiaca como indicador de la intensidad del entrenamiento en el futbolista profesional a 2600 metros sobre el nivel del mar” UAEM-CA-254, que lleva a cabo el cuerpo académico de Medicina de la Actividad Física y el deporte integrado por el líder M. en C.M.D. Héctor Manuel Tlatoa Ramírez y responsables M.S.P. Salvador López Rodríguez y M.en C.D.E. María Lizzeth Márquez López. El equipo y material serán financiados por el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

El financiamiento se integra de forma mixta como se presenta a continuación:

	Precio unitario	Precio total	Financiamiento
Polar Team Pro	\$216,810.34	\$216,810.34	PRODEP
Licencia del equipo	-----	-----	PRODEP
Ipad	\$15,644.00	\$15,644.00	PRODEP
Empastado para presentación del trabajo	\$800.00	\$800.00	Investigador

## Resultados y Discusión

Se realizó levantamiento de datos en 20 jugadores durante 36 sesiones de entrenamiento, de los cuales las posiciones son, 9 defensas (45%), 5 medios (25%) y 6 delanteros (30%). Con un rango de edad mínima de 15 y máxima de 19 años, media de 16,7 y DS 1.217 años, una FC máxima teórica entre 195 y 197 lpm, media 196 lpm y DS 0.767, con un VO<sub>2</sub> max mínimo de 54 y máximo de 62 ml/kg/min, con una media 57.6 y DS 4.083.

Se hicieron un total de 36 registros, donde se obtuvieron registros ambientales (temperatura y humedad) con un rango de 4°C a 12°C, una media de 8°C y DS 1.670 de temperatura, y un rango de 70% a 96% de humedad, una media de 83% y DS 5.339.

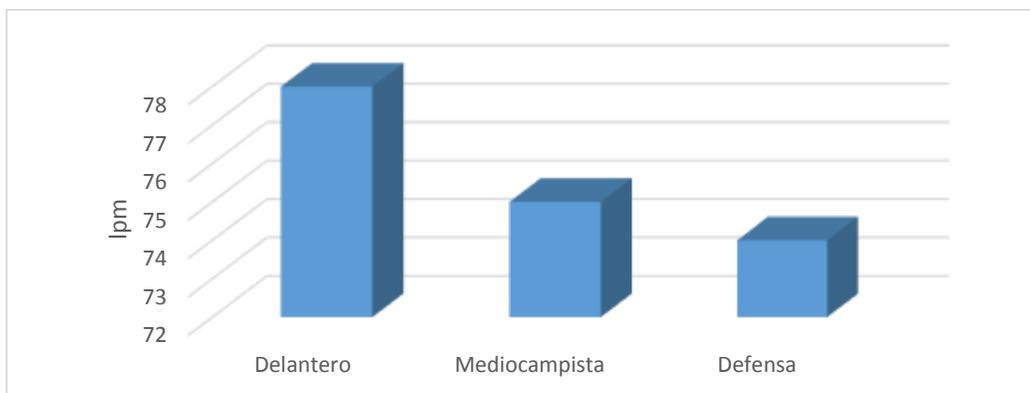
Se eliminaron los registros que no cumplieron los criterios establecidos, obteniéndose un total de 625 mediciones, de los cuales se presenta la siguiente información.

Se identificó la FC de reposo media 76 lpm, DS 10 lpm, (50-103 lpm) de acuerdo a las posiciones obteniendo valores de:

Tabla 1. FC de reposo por posición

Posición	FC media y DS	mínima	máxima
Delantero	78± 10	58	103
Mediocampista	75± 10	52	100
Defensa	74± 10	50	100

FC en lpm.  
Fuente: Directa.



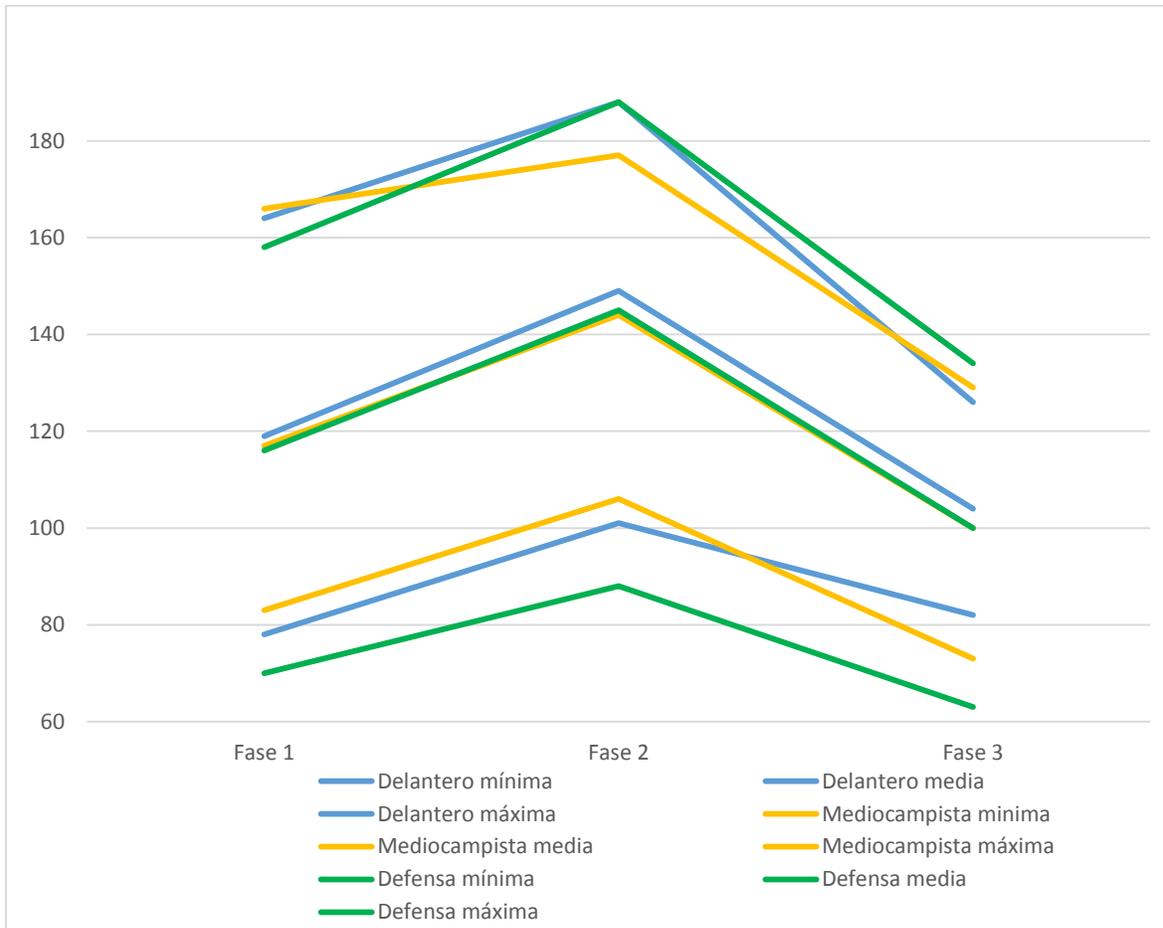
Grafica 1. FC de reposo por posición. Fuente: Directa.

Para establecer la intensidad de entrenamiento se obtuvieron las FC por posición y fases de entrenamiento, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 2. FC por posición y fases de entrenamiento.

FC	Fase 1			Fase 2			Fase 3		
	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media
Delanteros	78	164	119±15	101	188	149±15	82	126	104±9
Mediocampistas	83	166	117±15	106	177	144±15	73	129	100±9
Defensas	70	158	116±16	88	188	145±18	63	134	100±11
General	70	166	118±15	88	188	158±17	63	134	98±10

Fuente: Directa



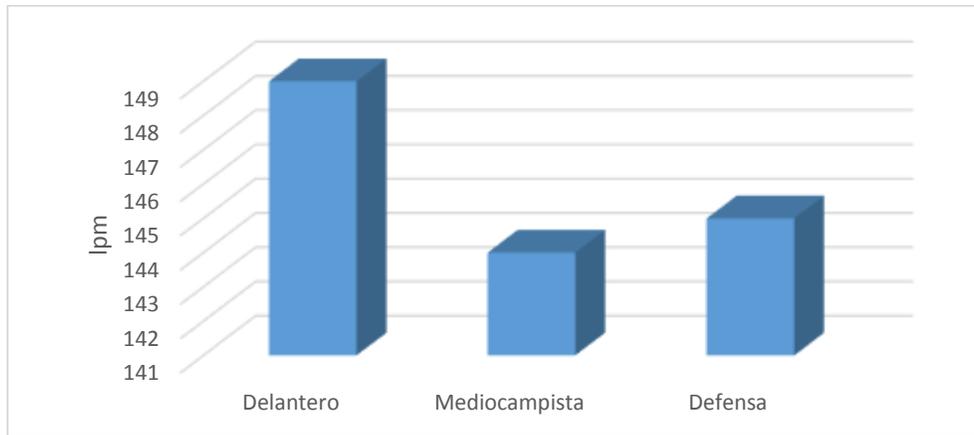
Gráfica 2. FC por posición y fases de entrenamiento. Fuente: Directa

Se obtuvo la frecuencia cardíaca de entrenamiento en fase principal (fase 2), teniendo los delanteros  $149 \pm 15$  lpm, los mediocampistas  $144 \pm 15$  lpm y los defensas  $145 \pm 18$  lpm.

Tabla 3. FC de entrenamiento en fase 2.

Posición	FC Fase 2	mínima	máxima
Delantero	$149 \pm 15$	101	188
Mediocampista	$144 \pm 15$	106	177
Defensa	$145 \pm 18$	88	188
General	$158 \pm 17$	88	188

Fuente: Directa.



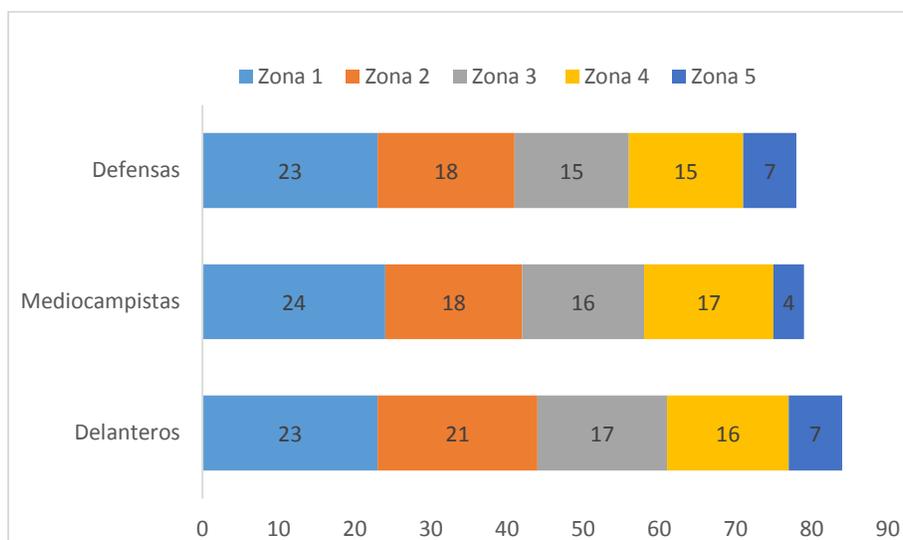
Grafica 3. FC de entrenamiento en fase 2. Fuente: Directa

Se obtuvo el tiempo de duración en minutos en cada zona de entrenamiento por cada posición como se muestra a continuación:

Tabla 4. Tiempo en zonas por posición.

Posición	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
Delanteros	23	21	17	16	7
Mediocampistas	24	18	16	17	4
Defensas	23	18	15	15	7

Fuente: Directa



Gráfica 4. Tiempo en zonas por posición. Fuente: Directa

La zona 1 se encuentra entre el 50-60% de la FCM. La zona 2, entre el 60-70% de la FCM. La zona 3, entre el 70-80% de la FCM. La zona 4, entre el 80-90% de la FCM. La zona 5, mayor al 90% de la FCM.

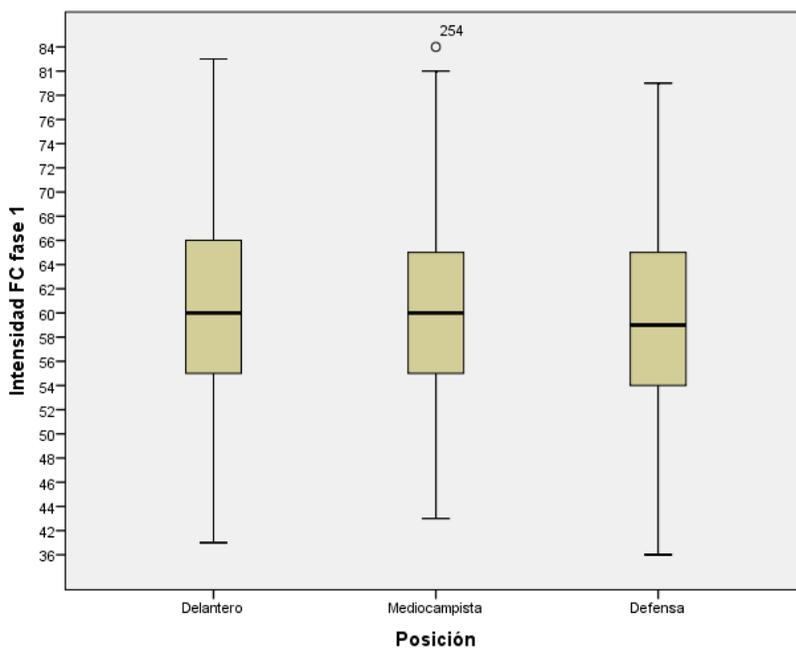
Se obtuvo la intensidad de entrenamiento por posición y fases de entrenamiento:

Tabla 5. Intensidad por posición y fase de entrenamiento.

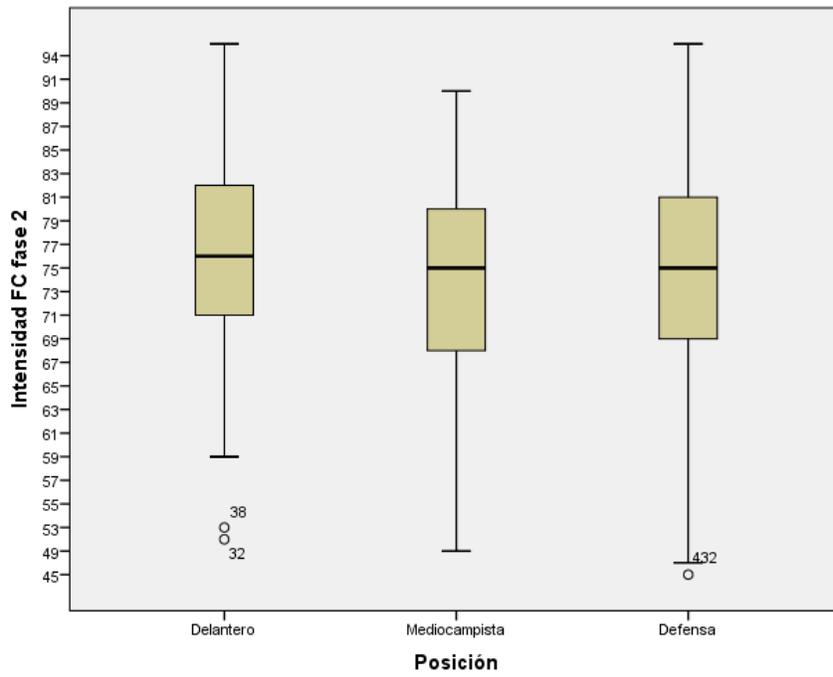
Posición	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Delanteros	61±8 (40-83)	76±8 (52-95)	53±5 (42-64)
Mediocampistas	60±8 (43-84)	74±8 (49-90)	51±5 (37-65)
Defensas	59±8 (36-80)	74±9 (45-95)	51±6 (32-68)
General	58±8 (36-84)	80±8 (45-95)	54±5 (32-68)

Intensidad en porcentaje.  
Fuente: Directa

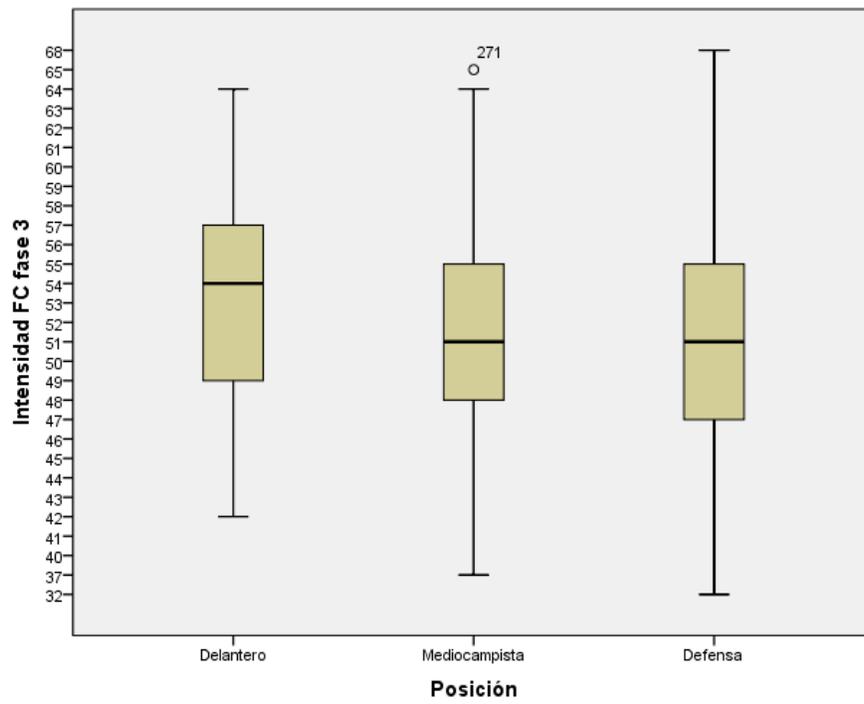
La relación de la intensidad del entrenamiento alcanzada con la programada es directamente proporcional con una  $r_s = 0.623$  para la fase 1 de calentamiento,  $r_s = 0.662$  para la fase 2 o principal, a una significancia del 1%. Para la fase 3 o de enfriamiento se realizó una comparación con el valor de referencia, obteniendo diferencias significativas con una diferencia de medias de  $-3.102$ .



Gráfica 5. Intensidad por posición en fase 1. Fuente: Directa



Gráfica 6. Intensidad por posición en fase 2. Fuente: Directa



Gráfica 7. Intensidad por posición en fase 3. Fuente: Directa

De acuerdo con Rivas, el monitoreo de las intensidades de entrenamiento en el fútbol indica que la FC que se obtiene en un entrenamiento o partido de competición oscilan entre 160 y 175 lpm, lo que representa un 85% de la FCM. Mientras que Buchheit menciona que aproximadamente el 65% del tiempo de duración de partidos se trabaja a una intensidad del 70-90% de la FCM y raramente por debajo de 65%. En este estudio la FC de entrenamiento es de 182 lpm (141-210), lo que representa el 90% de la FCM teórica, estando por arriba de lo reportado por Rivas y dentro de lo reportado por Buchheit. (4,13). Esto podría deberse en parte, a las condiciones ambientales (temperatura, humedad y altitud) a la cual se entrena en Toluca y que López menciona como factor determinante de la respuesta de la FC al ejercicio. (11).

De acuerdo con Sánchez, durante los partidos el 90% del tiempo, la FC es inferior a 170 lpm. En el monitoreo de los entrenamientos que se realizaron en este estudio se encontró que solo el 53% del tiempo se encuentran por debajo de 170 lpm, lo que representa la zona 1 y 2. De acuerdo con Buchheit, respecto a la respuesta de la FC según la posición de juego, los mediocampistas tienen la intensidad de entrenamiento más alta, seguidos por los delanteros y los defensas laterales. (13). En este estudio se encontraron FC en fase principal (fase2) de  $149 \pm 15$  para delanteros,  $144 \pm 15$  lpm para mediocampistas y  $145 \pm 18$  lpm para defensas, correspondientes a intensidades de  $76 \pm 8$  %,  $74 \pm 8$  % y  $74 \pm 9$  % respectivamente. Teniendo los delanteros la mayor intensidad, seguidos de los defensas y mediocampistas. Como comenta López, otro de los factores que condicionan la respuesta de la FC al ejercicio, es el grado de entrenamiento del deportista. (11).

Las diferencias encontradas en los mediocampistas son explicadas por las adaptaciones cardiovasculares existentes de los jugadores, observadas en la evaluación física y el monitoreo en tiempo real, siendo estos los que tardaban mayor tiempo en alcanzar la intensidad de entrenamiento objetivo y recuperaban con mayor rapidez su FC; lo que refleja un mejor trabajo cardiovascular en las exigencias propias de la posición.

Respecto a la relación entre la FC programada de entrenamiento y la alcanzada, se encontró una relación directamente proporcional con una fuerza moderada para la fase de calentamiento y principal, en la fase de enfriamiento se obtuvieron intensidades más bajas a las programadas, por lo cual se rechaza la hipótesis nula, aceptando la de investigación, “si hay relación de la frecuencia cardiaca encontrada con polar team pro y la intensidad planificada en el entrenamiento, de futbolistas universitarios, Toluca 2019”.

## Conclusiones

En la investigación realizada, se determinó que, la FC de entrenamiento general fue de 182 lpm, lo que representa el 90% de la FCM teórica, encontrándose está por arriba de lo descrito anteriormente en la literatura.

La FC de entrenamiento en fase principal (fase 2), fue de  $149\pm 15$  lpm en los delanteros,  $144\pm 15$  lpm en los mediocampistas y  $145\pm 18$  lpm en los defensas.

En cuanto al tiempo encontrado en las diferentes zonas de entrenamiento, el 53% del tiempo se encontraron en zonas 1 y 2 (50-70% de FCM teórica), el 39% del tiempo se encontraron en zonas 3 y 4 (70-90% de FCM teórica) y solo el 8% del tiempo se encontraron en zona 5 (90-100% de FCM teórica).

Aunque la intensidad de entrenamiento por posiciones fue muy similar, los delanteros tuvieron una intensidad ligeramente mayor, seguido de los defensas y por último los mediocampistas. Estas pequeñas diferencias en las intensidades, obtenidas en los mediocampistas, se deben, a las mayores adaptaciones cardiovasculares propias de la posición.

Otra determinante en la respuesta de la FC al ejercicio, es sin duda, el factor medio ambiente, específicamente la altitud a la cual se entrena en la ciudad de Toluca y las exigencias fisiológicas que esto demanda.

Respecto a la relación entre la FC programada de entrenamiento y la alcanzada durante las sesiones, si existe una relación directamente proporcional para la fase de calentamiento y principal, no así para la fase de enfriamiento, ya que se obtuvieron intensidades más bajas a las programadas.

## **Sugerencias**

Debido a lo observado durante el monitoreo en tiempo real, en el fútbol se alcanzan intensidades diferentes en los trabajos realizados de manera diferida por posición; por lo cual se sugiere realizar otro estudio en el cual se analice el trabajo de una manera más específica por cada una de las diferentes posiciones para que las conclusiones emitidas en el mismo, sean aplicadas para dicha posición.

Ya que el medio ambiente es un factor determinante, se sugiere realizar más estudios que comparen el comportamiento de la frecuencia cardiaca durante los entrenamientos en altitud y a nivel del mar, en futbolistas de las mismas características (edad, género y nivel de entrenamiento).

Se sugiere hacer de la medición de la FC con cardiomonitor y sistemas GPS, una manera de seguimiento rutinario de la carga interna del futbolista.

## BIBLIOGRAFIA

1. [En línea] <https://revistadehistoria.es/nacimiento-del-futbol-mundo/>.
2. [En línea] <https://www.granfutbol.com/historia-del-futbol.html>.
3. McArdle W, Katch V. Fisiología del ejercicio, nutrición, rendimiento y salud. s.l. : Wolters Kluwer., 2015, (8), 335-337.
4. Rivas M, Sánchez E. *Fútbol. Entrenamiento actual de la condición física del futbolista*. 2, 2013, MH Salud, (10).
5. Bouzas J, Ottoline N, Delgado M. *Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción del ejercicio*. 168, 2010, Apunts Med Esport., (45).
6. D., Vizcaino. *Demandas fisiológicas en actividades fitness y determinación de las intensidades*. Cataluña. s.n., 2013, 4art CURS 2on SEMESTRE, INEFC, Lleida, Generalitat de Catalunya. 7-11.
7. Pino J, Molina I. *Revisión sobre los sistemas tecnológicos empleados en detectar y registrar la frecuencia cardíaca en deporte*. 2013, Emb. Recide/Emb. JSS. (9).
8. Rojas D, Morerea M, Montoya J, Gutiérrez R. *Demandas cinemáticas en dos tipos de espacios reducidos en jugadores universitarios de futbol de Costa Rica*. 1, 2017, Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud., (15). 1659-4436.

9. Wilmore J, Costill D. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. s.l. : Paidotribo, 2007, 298-303.
10. Gómez A, Palláres J, Díaz A, Bradley P. *Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial*. 2013, *Revista de Psicología del Deporte*. (22), 463-469.
11. Fernández A. López J. *Fisiología del ejercicio*. 3a. Buenos Aires. : Editorial Médica Panamericana. 2006, IV, 331-335.
12. García O, Ardá T, Rial T, Dominguez E. *El comportamiento de la frecuencia cardíaca del futbolista profesional en competición. Es posible explicarlo a partir del contexto de las situaciones de juego?* 2007, *Revista Motricidad. European Journal of Human Movement.*, 37-59.
13. Buchheit M. *Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?* 2014, *Frontiers in Physiology.*, (5).
14. Morgans R, Orme P, Anderson L, Drust B. *Principles and practices of training for soccer*. Julio de 2014, *Journal of Sport and Health Science*.
15. Issurin V. *Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes preparation: a review*. 2015, *Sports Medicine*.
16. Casamichana D, Castellano J, Calleja J, San Román J, Castagna C. *Relationship between indicators of training load in soccer players*. Marzo de 2012. *The Journal of Strength and Conditioning Research*.

17. Cummins C, Orr R, O' Connor H, West C. *Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review*. 10, 2013, *Sports Med.*, (43), 1025-1042.
18. Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D. *Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study*. 2008, *Journal Strength and Conditioning Research.*, (22), 1449-1457.
19. Antonacci L, Torres C, Barbosa D, Rodrigues V, Heleno M y Silami E. *Analysis and comparison of intensity in specific soccer training sessions*. Río Claro : s.n., 2015, *Motriz: rev. educ. fis.*, (21), 54-60.
20. Silva B. *Analysis of heart rate monitor data of division 1 male soccer players over the course of a season*. 2015, *Master of education in human movement, sport and leisure studies, Master projects.*, 2-10.
21. Ravindranathan S, Davari H, Pimental A y Lee J. *Performance monitoring of soccer players using physiological signals and predictive analytics*. Cincinnati : s.n., 2017, *NSF I/UCRC for Intelligent Maintenance Systems.*, 2-5.
22. Castellano J, Casamichana D, Dellal A. *Influence of game format and number of players on heart rate responses and physical demands in small-sided soccer games*. Mayo de 2013, *Journal of Strength and Conditioning Research.*, (27), 1295-1303.
23. Malone J. *An examination of the training loads within elite professional football*. Liverpool : s.n., 2014, *Doctoral thesis*.

24. Scott B, Lockie R, Knight T, Clark A y Janse A.K. *A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players.* 2013, International Journal of Sports Physiology and Performance., (8), 195-202.
25. Aughey R, Elias G, Esmaeili A, Lazarus B y Stewart A. *Does the recent internal load and strain on players affect match outcome in elite Australian football?* Febrero de 2016, Journal of Science and Medicine in Sport.
26. Bousas J, Ottoline N, Delgado M. *Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción del ejercicio.* Apunts Med Esport. 2010; 45(168): 251-258.
27. Alexandre D, Da Silva C, Jill-Haas S, Wong D, Natali A, De Lima J, Bara M, Marins J, García E, Karim C. *Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training, practical application.* Octubre de 2012, The Journal of Strength and Conditioning Research., (26), 2890-2906.
28. Fox R, Patterson S y Waldron M. *The relationship between heart rate recovery and temporary fatigue on kinematic and energetic indices among soccer players.* Junio de 2017, Science and Medicine in Football.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Equipo polar team pro



## Anexo 2. Consentimiento informado

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_  
Nombre de padre o tutor: \_\_\_\_\_  
Edad: 19 años Fecha: 19/08/2019

Declaro en forma libre y totalmente voluntaria que acepto formar parte del protocolo de investigación: "RELACION DE LA FRECUENCIA CARDIACA ENCONTRADA CON POLAR TEAM PRO Y LA INTENSIDAD PLANIFICADA EN ENTRENAMIENTO, EN FUTBOLISTAS UNIVERSITARIOS, TOLUCA 2019," desarrollado en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual presentará las siguientes características.

#### Propósitos del estudio:

Se realizará monitorización de los futbolistas con ayuda del equipo Polar Team Pro durante las sesiones de entrenamiento, para poder estudiar la relación de la frecuencia cardíaca con la intensidad planificada de las sesiones.

#### Riesgos del estudio:

El presente estudio se apega a la Ley General de Salud para la Investigación Clínica en Humanos, debido a que se realiza bajo la supervisión de personal médico capacitado por lo que el estudio no resulta peligroso para el paciente.

Cada paciente será monitoreado con ayuda del equipo Polar Team Pro.

#### Equipo que será utilizado durante el protocolo de investigación:

El equipo Polar, es un instrumento que ha sido avalado para medición de variables fisiológicas como de desempeño de cualquier individuo, es un dispositivo que se fija al tórax gracias a una banda elástica y que por sus características no representa un factor de riesgo para presentar lesiones graves, invalidez o muerte.

En base a lo anterior le debemos informar lo siguiente:

1. Su participación es totalmente voluntaria.
2. Este estudio es totalmente confidencial y en ningún momento se divulgará su identidad.
3. Los resultados personales podrán ser solicitados en el momento que se desee.
4. El estudio será realizado en las instalaciones donde se lleve a cabo el entrenamiento del equipo.
5. Las Normas de las buenas prácticas clínicas requieren de este consentimiento informado firmado por usted antes de iniciar el estudio.

Carson Gama  
Firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Firma del padre o tutor

Jonathan Aguilar Reyes  
Nombre y Firma del Investigador a cargo

Cédula Profesional: 6703714

Zaid Lozano  
Nombre y Firma del Testigo

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma del Testigo

## Anexo 3. Historia clínica



Historia clínica  
Atención de Medicina del Deporte  
Facultad de Medicina  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud  
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: **3**  
Fecha: **01/04/2017**

ID: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre del paciente: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
Lugar y fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_  
Etnia: \_\_\_\_\_ Sexo: F \_\_\_ M \_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años Estado civil: \_\_\_\_\_  
Ocupación: \_\_\_\_\_ Lado dominante: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES FAMILIARES

Padecimiento	Abuelos				Padre	Madre	Hermanos	Tíos		Otros
	Paternos		Maternos					Paternos	Maternos	
	Abuelo	Abuela	Abuelo	Abuela						
Cardiopatías										
Diabetes										
Obesidad										
I.A.M.										
H.A.S.										
Cáncer										
Muerte súbita										
Otros										

### ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

Alcoholismo	Tabaquismo	Drogadicción	Inmunizaciones	Higiene	Dietéticos

Observaciones: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

H.A.S.	D.M.	I.A.M.	Cáncer	Obesidad	Alergias	Epilepsias	Convulsiones	Asma	Anemia
Venéreas	Hemorrágicos	Quirúrgicos	Hepatitis	Transfusiones	Exantemáticas	Otros			

Observaciones: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES GINECOMSTÉTRICOS

Menarca	F.U.M.	Ritmo	Flujo menstrual	L.V.S.A	Np. Parejas	G	P	C	A	M.P.F.	D.O.C.	Trastornos menstruales

### ANTECEDENTES TRAUMATOLÓGICOS

Fracturas	Luxaciones	Esguines	Contracturas	Desgarros	Contusiones	T.C.S.

Observaciones: \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES DEPORTIVOS

Deportes anteriores: \_\_\_\_\_ Edad de inicio: \_\_\_\_\_  
Deporte actual: \_\_\_\_\_ Equipo: \_\_\_\_\_ Posición o prueba: \_\_\_\_\_  
Categoría: \_\_\_\_\_ Entrenador: Si \_\_\_ No \_\_\_  
Resultados y/o records obtenidos: \_\_\_\_\_  
Mejor marca de la temporada actual o inmediata anterior: \_\_\_\_\_  
Horas de entrenamiento a la semana: \_\_\_\_\_ Método: \_\_\_\_\_ Tiempo que lleva entrenando (a,m,d)  
Etapa de Entrenamiento actual: \_\_\_\_\_ Inicio \_\_\_\_\_ mitad \_\_\_\_\_ final \_\_\_\_\_  
Alteraciones antes, durante o después de entrenamiento o competencia: \_\_\_\_\_

Incapacidad deportiva: No \_\_\_ Sí \_\_\_ En caso de ser afirmativa es: Temporal \_\_\_ Permanente \_\_\_

DOCUMENTO CONTROLADO EN EL SITIO WEB DEL SGC, QUE SE ENCUENTRA DISPONIBLE EXCLUSIVAMENTE PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.



## Anexo 4. Reporte de prueba de esfuerzo.



Prueba de ejercicio gradual  
Atención de Medicina del Deporte  
Facultad de Medicina  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud  
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 6  
 Fecha: 07/01/2019

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: Toluca México a 19/08/2019  
 Motivo del estudio: \_\_\_\_\_ Problema clínico  Evaluación Hora: 15:30  
 Edad: 18 Sexo:  Femenino  Masculino  
 Etapa de Entrenamiento: \_\_\_\_\_ Pretemporada inicio \_\_\_\_\_ mitad \_\_\_\_\_ final   
 Tipo de Actividad: Deporte:  e actividad física \_\_\_\_\_  
 Cual: Inactivo \_\_\_\_\_ Irregularmente activo \_\_\_\_\_ Regularmente activo \_\_\_\_\_ Muy activo \_\_\_\_\_ Fitness \_\_\_\_\_

**PREESFUERZO**

F.C.	Ritmo	Eje aQRS	PR	QRS	QT	QTc	ST	I. Sokolow	I. Lewis
48	Sinusal	80	0.16	0.08	0.40	0.36	0.12	30	-11

Observaciones: Onda P aplanada positiva en DI, V1 y bimodal en V2. Aplanada negativa en aVL, r' en AvI, r embrionaria en V2. Elevación del punto J menor de 0.1mV en DI, DII, DIII Y V5, de hasta 0.1mV en V1, y V4, menor de 0.2mV en V2 y V3. Concavidad del segmento ST en DI, DII, DIII, aVF, V2-V6. Onda T aplanada negativa en AvI, aplanada positiva en V1, acuminada en DII, DIII, aVF, y de V2-V6, de mayor voltaje que r en DI, V2 y v3. QS en V1.

Interpretación: Bradicardia Sinusal moderada.

Prueba de esfuerzo en:  Con protocolo de:

**OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES RESULTADOS**

**DURANTE EL ESFUERZO**

Etapa	Basal	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
F.C.	48	74	81	113	136	155	174	181	185	
P.A.	120/90	126/90	130/80	136/80	NA	NA	NA	NA	160/90	

**POST-ESFUERZO**

Tiempo	1'	3'	5'	6'	9'	12'
F.C.	170	128	116			
P.A.	140/90	136/80	124/80			

Interpretación en esfuerzo y post esfuerzo: Positivización de onda T en aVL a partir de la etapa III del esfuerzo, manteniéndose hasta el postesfuerzo. No se presentaron alteraciones hemodinámicas durante el esfuerzo ni el postesfuerzo.

SpO2: Preesfuerzo: 92 % Final post-esfuerzo: 96 %

El estudio se suspendió al 2 minuto, con 24 segundos, de la VIII etapa.

Por:

A alcanzó una frecuencia cardíaca de 185 latidos por minuto, con el 94 % de su frecuencia cardíaca máxima teórica.

Y un consumo energético de 17.6 METs; con un VO<sub>2</sub> PICO de 81.8 ml/kg.

Doble producto: 29.600 Presión arterial máxima de: 160/90 mmHg.

DOCUMENTO CONTROLADO EN EL SITIO WEB DEL IMC, QUE SE ENCUENTRA DISPONIBLE EXCLUSIVAMENTE PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

1/2

## Anexo 5. Tabla de registro Excel

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1			Edad	FCmax	Posicion	Int prog	Int prog f1	Int prog f2	Int prog f3	FCR	z5	z4	z3	z2	z1	fc ent
2	10/10/2019	21	17	203	3	75	65	80	55	90	9	16	12	15	19	
3		22	17	203	1	75	65	80	55	82	6	24	22	15	20	
4		23	19	201	1	75	65	80	55	81	17	32	15	15	17	
5		24	17	203	2	75	65	80	55	90	9	35	20	13	19	
6		25	16	204	3	75	65	80	55	70	4	6	9	12	23	
7		26	15	205	2	75	65	80	55	69	19	14	10	29	24	
8		27	15	205	1	75	65	80	55	83	27	27	12	12	10	
9		29	15	205	3	75	65	80	55	81	2	40	14	9	13	
10		30	17	203	3	75	65	80	55	70	32	17	13	13	16	
11		31	17	203	3	75	65	80	55	98	22	11	15	35	17	
12		32	16	204	1	75	65	80	55	74	4	10	4	10	37	
13		33	15	205	1	75	65	80	55	65	11	13	13	9	31	
14		35	18	202	3	75	65	80	55	60	18	25	18	9	16	
15		36	17	203	1	7	65	80	55	78	8	28	16	12	20	
16		37	18	202	2	75	65	80	55	67	3	31	17	14	20	
17		39	17	203	3	75	65	80	55	69	0	3	7	6	18	
18	11/10/2019	21	17	203	3	70	65	85	55	100	25	16	34	15	11	
19		22	17	203	1	70	65	85	55	84	2	12	20	25	30	
20		23	19	201	1	70	65	85	55	71	5	23	20	28	22	
21		24	17	203	2	70	65	85	55	73	4	22	22	23	17	
22		25	16	204	3	70	65	85	55	86	20	17	19	26	16	

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Z	AA	AB	AC
1	FCR	z5	z4	z3	z2	z1	fc ent	Int ent	FC F1	FC F2	FC F3	Int F1 %	Int F2 %	Int F3 %		
2	90	9	16	12	15	19	195	90	128	126	118	67	64	60		
3	82	6	24	22	15	20	184	94	113	160	106	58	82	54		
4	81	17	32	15	15	17	191	98	123	167	123	63	87	63		
5	90	9	35	20	13	19	187	96	130	163	105	66	84	54		
6	70	4	6	9	12	23	194	98	118	106	103	61	54	52		
7	69	19	14	30	29	24	190	97	130	134	105	67	78	53		
8	83	27	27	12	12	10	195	99	118	176	119	60	89	60		
9	61	2	40	34	9	13	181	92	108	161	97	55	83	49		
10	70	32	17	13	13	16	195	99	114	174	117	59	90	60		
11	98	22	11	15	35	17	197	101	133	158	114	68	81	58		
12	74	4	10	4	10	37	190	97	104	118	107	53	60	54		
13	65	11	13	13	9	31	191	97	116	141	92	61	72	47		
14	60	18	25	18	9	16	192	98	116	147	101	59	85	53		
15	78	8	28	16	12	20	186	95	109	138	98	56	82	50		
16	67	3	31	17	14	20	182	93	105	158	111	54	81	57		
17	69	0	3	7	6	18	162	84	114	88	82	59	45	42		
18	100	25	16	24	15	11	210	100	157	172	112	77	87	57		
19	84	2	12	20	25	30	186	91	128	135	95	65	68	48		
20	71	5	23	20	28	22	180	93	135	140	118	69	72	61		
21	73	4	22	22	23	17	184	94	141	140	86	72	71	44		
22	86	20	17	19	26	18	199	101	142	154	109	73	78	55		