

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

Evaluación del VO₂max y composición corporal en futbolistas prejuveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015

Jonathan Eduardo Cardenal Daza, Eider de Jesús Quintero Salas

Trabajo De Grado Para Optar El Titulo De Profesional En Cultura Física Deporte Y
Recreación

Director

Fausto Alarcón Quigua

Especialista en Administración Deportiva

Adriana Angarita Fonseca

Fisioterapeuta, Magíster en Epidemiología

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de La Salud

Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación

2015

Tabla de Contenido

Resumen.....	9
1. Evaluación del VO2max y Composición Corporal en Futbolistas prejuveniles de la Academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	11
1.1 Definición del problema.....	11
1.1.1 Pregunta problema.....	13
1.2. Justificación.....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
2. Marco referencial.....	15
2.1 Antecedentes.....	15
2.2 Fisiología del fútbol.....	17
2.3 demandas fisiológicas del fútbol.....	18
2.4 Evolución del Course Navette.....	20
2.5 Consumo máximo de oxígeno.....	22
2.6 Frecuencia cardiaca.....	23
2.7 Frecuencia cardiaca base.....	24
2.8 Frecuencia cardiaca máxima.....	25
2.9 El comportamiento de la frecuencia cardiaca.....	26

3. Método.....	27
3.1 Tipo de estudio.....	27
3.2 Área de estudio.....	27
3.3 Poblacion.....	27
3.4 Criterios de inclusión.....	27
3.5 Criterios de exclusión.....	28
3.6 Análisis de datos.....	28
3.7 Control de sesgos.....	28
3.8 Procedimiento.....	39
3.9 Prueba piloto.....	30
3.9.1 Consideraciones éticas.....	30
4. Resultados.....	31
5. Discusión.....	35
6. Recomendaciones.....	41
Bibliografía.....	43

Listado de Tablas

Tabla 1. Características sociodemográficas y antropométricas de futbolistas prejuveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	31
Tabla 2. Distribución del VO ₂ max y Frecuencia cardíaca final de futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	31

Listado de figuras

Figura 1. Distribución de las Características Sociodemográficas y Antropométricas de Futbolistas PreJuveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	32
Figura 2. Box Plot de las variables VO2max y Frecuencia cardíaca en futbolistas prejuveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	33
Figura 3. Correlación entre IMC (kg/m^2) y VO2max en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	34
Figura 4. Correlación entre Porcentaje de Grasa y VO2max en futbolistas Prejuveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.....	35

Listado de Cuadros

Cuadro 1. Comparación de VO₂max y composición corporal con otros estudios de Colombia.....36

Cuadro 2. Comparación de VO₂max y composición corporal con otros estudios de otros países.....37

Cuadro 3. Correlación entre VO₂max y composición corporal.....40

Listado de Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado.....	52
Apéndice B. Operacionalización de las variables.....	54
Apéndice C. Prueba piloto.....	55
Apéndice D. Clasificación del IMC según la OMS.....	56
Apéndice E. Clasificación del VO2max.....	57

Resumen

El fútbol requiere el uso de todos los sistemas energéticos. El VO₂max es un indicador importante de las posibilidades aeróbicas de los deportistas, además integra múltiples funciones orgánicas que reflejan el nivel de acondicionamiento y el estado de salud del jugador. Conocer el VO₂max de los futbolistas es importante porque permite diagnosticar el estado actual de la potencia aerobia y da a conocer su posible rendimiento en la cancha. Determinar la relación entre el VO₂max y composición corporal.

Estudio transversal descriptivo realizado en 24 futbolistas prejuveniles (Edad $15,5 \pm 0,5$ años) pertenecientes a la Academia de Fútbol de Comfenalco Santander, seleccionados por conveniencia. Dos estudiantes de último año de cultura física, deporte y recreación realizaron las mediciones antropométricas peso y talla, el porcentaje de peso corporal se evaluó mediante el bioimpedanciometro OMRON BF300. El VO₂max se obtuvo mediante la ecuación Leger-Lambert para el test Course Navette. La frecuencia cardiaca se evaluó al final de la prueba con el pulsómetro Polar RCX5 GPS. La relación entre el Índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa y VO₂max se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. El promedio de VO₂max fue de $46,9 \pm 3,6$ ml/kg/min; según la clasificación del VO₂max el 33,3% tenía una potencia aeróbica mala y el 33,3% regular. La frecuencia cardíaca al final de la prueba Course Navette, en promedio fue de $194,4 \pm 7,3$ lpm. En el análisis exploratorio se encontró que tanto el IMC como el porcentaje de grasa se correlacionan significativa e inversamente con el VO₂max, siendo esta correlación mayor entre el porcentaje de grasa y el VO₂max (-0,73) que entre el IMC y el VO₂max (-0,49).

Una tercera parte de la población estudiada presenta un nivel de VO₂max bueno o muy bueno, las otras dos terceras partes presentan unos niveles regulares o malos. En relación con el porcentaje de grasa de los jugadores, fue mayor comparado con la literatura. Adicionalmente, el VO₂max se correlaciona negativamente con el porcentaje de grasa corporal y el índice de masa corporal.

Palabras clave: VO₂max, Composición Corporal, Frecuencia Cardiaca, Fútbol.

Introducción

El patrón de ejercicio de un futbolista se caracteriza por ser dinámico, aleatorio e intermitente a tal punto que hace que el acondicionamiento físico de los jugadores sea un proceso complejo. Este patrón implica diferentes procesos fisiológicos que actúan en secuencias aleatorias durante un partido, por lo anterior para los entrenadores se constituye en un gran desafío acondicionar a los jugadores para los requisitos específicos del juego.

Adicionalmente, el jugador de fútbol demanda el uso del sistema energético aeróbico, así como del sistema anaerobico. Se requiere un sistema aerobico bien desarrollado con el propósito que el jugador se recupere rápidamente entre tiempos de alta intensidad de la actividad anaerobica. Se conoce que las mejoras en el rendimiento físico han sido asociadas con una mayor capacidad para compensar la fatiga a través una mayor oxidación de los lípidos, así como de la preservación glucógeno y la menor producción de lactato (MacDougall, 2005).

En el ámbito competitivo, los jugadores debe alcanzar VO₂max superiores a 60 ml/kg-1/min-1 (Reilly et al., 2000), aunque es importante señalar que esto no es un factor limitante para el rendimiento exitoso. La determinación de VO₂máx de los futbolistas, es útil para evaluar el talento, en la selección de jugadores, en el diseño de programas de acondicionamiento físico, en la predicción y monitoreo del desempeño físico en un partido. Por lo tanto, la evaluación del VO₂max puede ayudar en la toma de decisiones basadas en parámetros objetivos, sobre todo en el personal de los clubes de fútbol para optimizar los regímenes de entrenamiento.

Para el desarrollo de este estudio se aplicó a los deportistas un test llamado Course Navette, de potencia aerobia el cual tiene como finalidad medir el VO₂max de cada uno de los participantes, igualmente se realizó la toma del porcentaje de grasa y fue medido por un monitor de grasa corporal, el OMRON BF 300; se tomó una muestra de la frecuencia cardiaca utilizando pulsómetros de marca POLAR lo cual arrojó los resultados del máximo umbral de la frecuencia en cada uno de los deportistas; teniendo en cuenta estos resultados y realizando un análisis estadístico y la evaluación de capacidad física de la resistencia se

dieron recomendaciones a los preparadores físicos de esta categoría para iniciar un plan de entrenamiento que busque mejorar y/o mantener el estado físico de estos deportistas.

1. Evaluación del VO₂max y composición corporal en futbolistas prejuveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015

1.1 Definición del problema

En el día a día la ciencia ha aportado múltiples teorías y metodologías que contribuyen al mejoramiento del rendimiento del fútbol; para lo que es necesario involucrar los deportistas en un proceso de entrenamiento en donde se apliquen unos componentes como el técnico, teórico psicológico, táctico y físico, este último considerado el de mayor relevancia durante la preparación física en el fútbol, la cual ha avanzado a tal magnitud que en el desarrollo de las capacidades físicas se han utilizado nuevas metodologías y medios para su trabajo.

Los métodos de trabajo de la resistencia aeróbica y su desarrollo son los más investigados, de tal manera que uno u otro hace que esta capacidad aumente de manera más rápida o lenta, por tanto, es necesario revisar constantemente los modelos de entrenamiento modernos en la periodización del fútbol.

Los métodos tradicionales y contemporáneos tienen ventajas y desventajas sobre su efecto en el consumo máximo de oxígeno (VO₂max). En el fútbol, según lo sugiere la literatura, un aumento en el VO₂max puede ser determinante en la capacidad para recuperar energía entre sprints repetidos (Bogdanis et al., 1995).

Para conocer el comportamiento del VO₂max en el fútbol deben realizarse diferentes evaluaciones físicas que demuestren la máxima captación de oxígeno que posee cada individuo, teniendo en cuenta las diferentes posiciones de juego.

El VO₂max es un indicador de la forma deportiva en jugadores de fútbol, aunque no es el único, pues existen otros factores que la pueden determinar cómo los aspectos

técnicos, tácticos y psicosociales (Pazo, Fradua, & Sáenz-López, 2012). Ahora bien, el VO₂max, involucra diferentes sistemas como el respiratorio, cardiovascular y osteomuscular, por ende se relaciona con el nivel de acondicionamiento físico (MacDougall, 2005).

En el fútbol el VO₂max no es el único determinante de la forma física del futbolista, debido a que otros factores influyen como los contenidos técnicos, tácticos, psicológicos, sociales.

La búsqueda del máximo rendimiento deportivo en los jugadores de fútbol debe partir de un diagnóstico de dicha capacidad el cual le permita al entrenador deportivo programar y ejecutar actividades que permitan el aumento de la captación de oxígeno, tales como el ejercicio intermitente de alta intensidad (EIAI) (Barbero & Barbero, 2003)

El trabajo en el VO₂max, es ideal en etapa competitiva del ciclo de entrenamiento de futbolistas. Así mismo, en futbolistas el VO₂max, debería ser de 58ml/Kg./min, lo cual se encuentra en el rango establecido por MacDougall 2005, quien lo sitúa entre 70-80 ml/kg/min (Bosco, 1994).

Sin embargo, en la práctica cotidiana de estos deportistas existe una falta de control de la condición física de manera periódica y no se tiene en cuenta la dosificación del entrenamiento.

Teniendo en cuenta la relación que existe entre la frecuencia cardíaca máxima, y el dmedia de un partido corresponde aproximadamente al 83-85 % del VO₂max. (Marion Marion, Kenny, & Thoden, 1994).

Resulta notable la escasas de investigaciones, en especial en el ámbito local esto conlleva a un erróneo control de la variable resistencia desde una perspectiva metodológica, que aborden de manera integradora y coherente el diagnóstico a las características específicas de cada disciplina deportiva, de este modo se plantea en el siguiente estudio la evolución de la resistencia como potencia por medio de un test específico para dicha

disciplina deportiva, llamado test de Course Navette intermitente, ya que el mismo busca propiciar la carrera específica que realiza un jugador de fútbol en sus acciones propias.

De otro lado, la frecuencia cardíaca es un índice útil para expresar el grado de tensión cardiovascular implicado durante la actividad física, ya que se incrementa para facilitar el transporte del oxígeno a los músculos que están trabajando en ese momento (Alvarez, Vera, & Hermoso, 2004)

Por todo lo anterior, se propone este trabajo, el cual busca establecer el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardíaca en los jugadores de fútbol pre juvenil. Así mismo, se centrará en la determinación indirecta de las variables básicas antropométricas (edad, estatura, peso corporal, complejión, entre otras), aspectos de la composición corporal, como índices corporales (Ciccarone, et al 2005).

1.1.1 Pregunta Problema

¿Cuál es el nivel de VO₂max en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015?

1.2 Justificación

La composición corporal (% de grasa – IMC) relacionada con el VO₂max fue la variable más importante a medir en esta investigación, ya que es fundamental para la práctica deportiva en especial el fútbol.

El fútbol es un deporte que utiliza tanto el sistema energético aeróbico como el anaeróbico, lo cual depende del esfuerzo realizado durante un partido, de esta manera un jugador de fútbol camina o corre a una mínima o máxima intensidad. No obstante, predominan los esfuerzos de máxima intensidad en potencia aerobia, definida como la máxima cantidad de energía que puede ser suministrada por unidad de tiempo y que se evalúa mediante el VO₂max (Gómez, Aranda & Ferrer, 2010).

Por otro lado, la frecuencia cardíaca puede utilizarse como un indicador de la intensidad del esfuerzo físico y ayuda a determinar la carga de trabajo fisiológica durante el entrenamiento y/o la competición (Barbero, Granda & Soto, 2004).

Conocer el VO₂max y la frecuencia cardíaca final durante el ejercicio físico en futbolistas es importante porque permite diagnosticar el estado actual de los futbolistas frente a la resistencia aeróbica y da a conocer el posible rendimiento en la cancha de cada uno de ellos. Estos datos permiten al entrenador o preparador físico implementar un plan de entrenamiento especial para mejorar dicha capacidad en donde especifique en las debilidades del equipo y del jugador como tal.

Con lo anterior, el entrenador tendrá ventaja en la periodización del entrenamiento porque podrá fortalecer las características de juego individual. Adicionalmente, mediante el cálculo del porcentaje de grasa, el entrenador podrá distribuir las posiciones de juego de cada jugador dependiendo su contextura corporal teniendo en cuenta que son pre juvenil y no tienen definida su posición en el campo de juego. En cuanto a los investigadores les brinda conocimiento y experiencia acerca al tema.

El equipo Comfenalco será beneficiado con esta investigación ya que le permite a sus jugadores y a la entidad algo novedoso y certificado para su crecimiento en el medio, con este estudio le lleva un poco de ventaja a sus rivales en cuanto a la estructura y conocimiento de sus jugadores y le abre la puertas a todas sus categorías para implementar las mediciones. Adicionalmente, este trabajo contribuye al fortalecimiento de la línea de investigación expresiones motrices (sublínea Físico-Deportiva) del grupo de investigación Ser, cultura y movimiento del Programa de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la relación entre el VO₂max y composición corporal en futbolistas pre juveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco Santander.

1.3.2 Específicos

- ❖ Describir las características sociodemográficas (edad, sexo) de los futbolistas pre juveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco Santander.
- ❖ Medir el VO₂max en los futbolistas pre-juveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco Santander.
- ❖ Determinar la frecuencia cardíaca al finalizar la prueba Course Navette en los futbolistas evaluados.
- ❖ Estimar el porcentaje de grasa y el IMC en los futbolistas pre juveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco Santander
- ❖ Explorar la relación entre el índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa y el VO₂max en los futbolistas pre juveniles de la Academia de Fútbol Comfenalco

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

El VO₂max, es el indicador principal de la resistencia aerobia del examinado, ya que involucra diversas funciones orgánicas (sanguíneas, cardiovasculares, musculares y ventilatorias.). Lo cual se relaciona directamente con la condición física y el estado de salud (MacDougall, 2005).

A la máxima cantidad de energía que puede consumir el metabolismo aerobio por minuto, se le conoce como potencia aeróbica máxima, se calcula determinando el VO₂max,

ya que hay una compaginación lineal entre el VO₂max y la cantidad de energía consumida en el músculo por el metabolismo aerobio (López Calbet, 1997).

El consumo de oxígeno varía según la disciplina deportiva y su forma de trabajarlo (Bassett & Howley, 1997). Específicamente, en el entrenamiento de fútbol uno de los principales objetivos es mejorar la capacidad anaeróbica y aeróbica del futbolista para que alcance su máximo nivel para las competencias que se presenten. La capacidad aerobia necesita de 3 componentes importantes como lo son el consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico y la economía del trabajo. Así mismo, puede evaluarse mediante pruebas objetivas de laboratorio como la ergoespirometría o mediante pruebas de campo o pruebas indirectas como el test Course Navette (Metaxas et al, 2005).

La frecuencia cardiaca cumple un papel importante en el momento de la planificación deportiva por lo cual es necesario evaluar su comportamiento. Para ello, se utilizan equipos que detectan los latidos del corazón, dentro de los cuales se encuentran los pulsómetros y monitores. Los resultados de la frecuencia cardíaca servirán como guía al entrenador para la preparación física de cada deportista (Barbero & Barbero, 2003).

La frecuencia cardiaca según el diccionario Oxford de medicina y ciencias del deporte es “número de latidos cardiacos por minutos, en reserva es la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima y la frecuencia cardiaca en reserva”; frecuencia cardiaca durante el entrenamiento es aquella que manifiesta un nivel de intensidad máxima de ejercicio que produce el máximo efecto en el cuerpo (Kent, 2003. Pag 343).

“Se han realizado varios estudios con el monitor de porcentaje de grasa OMRON BF 300 que consta de cuatro electrodos, dos para cada mano y tiene un monitor donde se ingresa el peso, talla, el sexo y la edad del sujeto que se va analizar para que el resultado sea más eficaz se mide en ropa interior y en ayunas este sirve para medir el porcentaje de grasa y se ha demostrado que los resultados son confiables” (Moreno, 2001)

La talla juega un papel importante para obtención del índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa, ya que hace parte de la fórmula; y esta se define como

como la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación (Norton & Olds, 1996)

Según Aparicio et al. (2004) el peso es la delimitación antropométrica más usual, donde es la relación de fuerzas ejercidas por la gravedad sobre un cuerpo. Además de esto Norton & Olds (1996) agregan que el peso es de mucha utilidad para analizar la insuficiencia de todos los grupos de edad, siendo el índice más destacado de nutrición y crecimiento.

Con las dos variables anteriores se puede obtener el IMC que se define como peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (Kg/m²) (Atalah, Loaiza, & Taibo, 2012), está es una orientación simple de la relación que existe entre el peso y la talla que se emplea comúnmente para referirse al sobrepeso y la obesidad en los adultos, tanto a nivel individual como poblacional.

2.2 La Fisiología en el Fútbol

Se han realizado innumerables mediciones en lo que corresponde a la competencia y a los entrenamientos en el fútbol, las distancias recorridas, el ácido láctico, el VO₂max, la frecuencia cardiaca son variables, que han sido investigadas, junto a los métodos y medios que se utilizan en el desarrollo de las capacidades físicas, y de esta forma se puedan evidenciar en los cambios metabólicos, por consiguiente los estudios científicos llevan al diseño de programas de entrenamiento y a su vez a crear modelos de entrenamientos propios de la disciplina deportiva, que conlleven al deportistas a mejorar el desempeño en la competición.

Según Bangsbo (1999), estudios realizados durante los partidos de fútbol mostraron que un jugador de alto rendimiento recorre una distancia cercana a 11 km en promedio durante un partido. Esta distancia difiere según la posición de los jugadores en un equipo. Defensores y delanteros se transportan a mayor velocidad que los mediocampistas, además no parece existir diferencia entre posiciones de juego al comparar la distancia cubierta a velocidad alta. Adicionalmente, la distancia cubierta a alta velocidad es la misma al inicio y

al finalizar un partido. Además de correr, un jugador requiere realizar otras actividades motrices que generan gasto energético como saltar, acelerar, devolverse.

Basados en la temperatura corporal y frecuencia cardíaca, se estima que la exigencia de gasto de energía en un partido de fútbol es aproximadamente del 70% del VO₂max (Bangsbo, 1999). Del consumo de energía total, sumándole el 90% que corresponde a la producción de energía aerobia. Cabe resaltar que la producción de energía anaeróbica es de menor importancia que la aerobia, en especial en la competencia (Bangsbo, 1999). Durante un partido, cuando se realiza ejercicio a máxima intensidad se suministra fosfato de creatina (CP) y en menor cantidad se deposita adenosina trifosfato (ATP). Ambas variables se recuperan en tramos cortos o periodos de descanso posteriores. En estudios sanguíneos post partidos de fútbol profesional la concentración de lactato media es de 3-8 mmol.l⁻¹, y las determinaciones individuales por lo general superan los 10 mmol.l⁻¹ durante un partido de fútbol. Estos valores muestran que la producción de lactato puede tener picos muy altos durante periodos de un partido. El glucógeno de los músculos en operación parece ser el sustrato más relevante en cuanto a la producción de energía en un partido de fútbol. Sin embargo, los triglicéridos del musculo, los ácidos grasos libres y glucosa de la sangre se utilizan como soporte para el metabolismo oxidativo de los músculos (Bangsbo, 1999).

Para estos mismos autores, otra manera de obtener una buena muestra de las demandas fisiológicas en fútbol es que determinen las capacidades físicas en futbolistas de alto rendimiento.

El VO₂max de futbolistas de alto rendimiento se aproxima a 60 ml.min⁻¹.kg⁻¹ para futbolistas centrocampistas que tienen los más elevados valores, defensores centrales y porteros tienden a tener valores más bajos. Igual pasa, con futbolistas del centro del campo y defensores laterales tienen la capacidad aeróbica más elevada dadas por concentraciones de lactato sanguíneo en sprints submaximos así como la participación en test indirectos (campo) hechos para situaciones reales de juego (Bangsbo,1999).

2.3 Demanda Fisiológicas Del Fútbol

Para Reilly, el fútbol, desde el punto de vista fisiológico, es una actividad que solicita todos los sistemas energéticos; es un deporte con acciones que se dan a una muy alta intensidad y de duración corta, con intervalos de recuperación algo prolongados. Durante un partido de fútbol la distancia total recorrida representa aproximadamente la energía gastada por las exigencias del juego, ya que el gasto calórico de un individuo está directamente relacionado con el trabajo mecánico (Reilly, 1994).

Para Rodríguez, estas exigencias incluyen, los cambios de dirección, orientación, las aceleraciones, frenajes, o desaceleraciones, saltos para disputar la posesión de la pelota, eludir al contrario y todos los aspectos implicados en el juego. De esta manera contribuyen a determinar la energía que gasta un jugador de fútbol durante un partido (Rodríguez, 2013).

He aquí donde parte el diagnóstico, para un posterior análisis, de todas estas variables. Para Maughan y Leiper, 1994, “el gasto energético durante un partido de fútbol se estima a partir de tasas de esfuerzo o intensidades”. Estos autores coinciden que los medidores más exactos para determinar la intensidad de un deportista son el consumo de oxígeno, el ácido láctico y frecuencia cardiaca. En una prueba de esfuerzo máxima realizada en el laboratorio, a partir de la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno se puede calcular el gasto calórico (Maughan & Leiper, 1994).

“El gasto energético de 5700 kJ para un futbolista de 75 kg y un consumo máximo de oxígeno de 60 ml.kg x min. Esto representa un promedio del 70% de su VO₂max valores cercanos al umbral anaeróbico” (Pino, 2001).

Aunque en nuestro estudio no se hizo una observación del VO₂max en correspondencia a cada posición de juego, se ha evidenciado que los jugadores centrocampistas tienen valores más altos de VO₂max, que los jugadores de otras posiciones (Rodríguez, 2013); adicional el VO₂max se ha enlazado con el tramo recorrido en competencia, un elevado nivel de capacidad aerobia y altas intensidades, casi siempre en los jugadores del medio campo (Rodríguez, 2013).

Samaros en 1980, captó la alta relación entre el VO₂max, y el tramo recorrido por partido, pero observó que el VO₂max actúa en las repeticiones de sprint que los futbolistas hacen en competencia. Sánchez y Salas (2009), encontraron que el VO₂max difiere según posición de juego, en promedio fue de $55,94 \pm 5,78$, $57,20 \pm 9,86$, $58,38 \pm 9,85$, $57,87 \pm 5,94$ ml/Kg/min, para porteros, defensas, volantes y delanteros, respectivamente.

2.4 Evolución Histórica del Test Course Navette

Para Montoro, en su artículo de revisión de confiabilidad del test Course Navette para constatar de manera indirecta el VO₂max, evaluó la confiabilidad del test para evidenciar el consumo máximo de oxígeno en personas no entrenadas, futbolistas de varias edades y diferente sexo, posteriormente referenció las investigaciones que han validado este test. Por último se muestra el beneficio y aporte que han brindado el desarrollo del test. Las investigaciones recolectadas muestran similitud en una alta correlación entre los resultados de VO₂max adquiridos mediante una prueba de exigencia y los adquiridos por medio de la prueba de campo o test indirecto Course Navette (Montoro, 2003).

En esta revisión realizada por Montoro, no encontró investigaciones únicas de confiabilidad para futbolistas excepto para atletas de resistencia. En 1982 Leger y Lambert, crearon un test para obtener de forma indirecta el VO₂max. Los participantes debían correr un tramo de 20 mts aumentando un ritmo que seguía progresivamente. La rapidez al inicio era de 8 km por hora, y subía medio km por hora cada 2 minutos hasta que los participantes no daban para seguir la secuencia y paraban. Esa velocidad máxima aerobia y los años del participante se escribían en una fórmula que arrojaba de forma indirecta el VO₂max. (Leger, & Lambert, 1982).

Leger y Rouillard (1983), refirieron que antes de iniciar la prueba es apropiado verificar la velocidad de giro de los cassettes, comúnmente el audio con los protocolos

inician con una ruta de este tipo para determinar los pequeños cambios en la distancia que deben ejecutar o recorrer los participantes (Leger, & Rouillard, 1983).

Leger et al (1984), buscaba que la prueba no fuera muy monótona en su inicio para que los participantes, niños y jóvenes, no desistieran rápidamente. Para esto, cambian la prueba y minimizan el tiempo de cada etapa, de manera que aumenten paulatinamente cada minuto la velocidad de los Paliers (pitidos) en la mitad del km.

Prats et al (1986) afirmaron que no hay cambios relevantes entre los resultados obtenidos con la prueba Course Navette y la prueba ergométrica, encontraron una elevada frecuencia cardiaca en Course Navette y VO₂max equiparable en los dos test.

Leger et al (1988), desarrollaron una ecuación para determinar el VO₂max en niños por medio de la prueba Course Navette. La fórmula es $VO_{2max} = 31.025 + 3.238X - 3.248A + 0.1536AX$, siendo X la velocidad a la que se detiene el participante y A la edad. Para participantes mayores de 18 años hay una variación que siempre se aplica el valor 18, dejando la formula $VO_{2max} = -27,4 + 6,0X$ siendo X la velocidad a la que se detiene el participante.

Gadoury & Leger (1989), encontraron que el test modificado a pailers de un minuto para jóvenes adultos es válido. Compararon el test Course Navette y el físico test canadiense, dando como resultado más valido el primero. (Gadoury, & Leger, 1989).

En 1989 Alves de Oliveira et al, compararon el VO₂max del cicloergómetro y tapices rodantes con el Course Navette y afirmaron que el test Course Navette es muy bueno para la evaluación de VO₂max de forma indirecta. Sin embargo, los valores de frecuencia cardiaca y VO₂max son un poco más elevados en la prueba de campo.

En 1992 Monbiedro, evaluó la validez de la prueba Course Navette en deportes de resistencia. En 1992 Mahoney, valida la prueba para niños de 12 años de ambos sexos y de raza no caucásiana en el Reino Unido.

Liu, Plowman, & Looney (1992), evalúa la confiabilidad del test Course Navette y las fórmulas de predicción de Leger et al, para jóvenes de entre 12 y 15 años de Estados Unidos. Leger et al hicieron sus pruebas con jóvenes canadienses. No hubo diferencias mayores en los dos estudios y validaron el test Course Navette para el cálculo del VO₂max de forma indirecta. (Liu, Plowman, & Looney, 1992).

Sproule et al (1993) en Singapur, compararon los valores de VO₂max de la ergoespirometría en tapiz y el Course Navette en adultos. Encontraron coeficientes de correlación elevados, pero recomendaron más estudios en otros países de Asia. (Sproule et al, 1993).

Berthoin et al (1994) verificaron resultados de VO₂max obtenidos mediante tapiz y mediante el test Course Navette y test de Leger-Boucher. Los valores mediante tapiz y test de Leger-Boucher fueron parecidos, no obstante los de Course Navette fueron más bajos. (Berthoin et al, 1994)

2.5 El consumo Máximo de Oxígeno

Potencia aeróbica máxima es la máxima energía que puede proveer el metabolismo aeróbico, en una unidad de tiempo, se le nombra. Se calcula prescribiendo el VO₂max, pues existe una relación directa entre el VO₂max y la cantidad de energía absorbida por los músculos en el metabolismo aerobio (López Calbet, 1997).

Este parámetro aparenta no ser un factor predominante en el rendimiento del futbolista, puesto que, su capacidad de trabajo no está necesariamente condicionada por él (Garganta, 1997). Además este parámetro es evaluado de forma habitual en condiciones que no se asemejan a la actividad que el jugador desarrolla en el partido (Ekblom, 1986).

No obstante, el adecuado VO₂max da cuenta de una recuperación más rápida entre esfuerzos, retarda la aparición de la fatiga y permite mantener el desempeño de elevada intensidad (Garganta, 1997). El VO₂max define la capacidad de un jugador para sostener un ritmo elevado de juego (Chatard, 1998), entendiendo que cada deportista tiene su perfil

fisiológico, lo que conduce a ser cauto en la interpretación y uso de la información obtenida (Gómez y Soto, 2004).

Por otro lado, los diferentes roles que adoptan los jugadores en competición hacen que los valores de consumo máximo de oxígeno puedan sufrir ciertas modificaciones. Nowacki et al. (1988) observaron que el puesto específico que ocupa el jugador determina los valores registrados en él. Los volantes son los que tienen mayores valores de VO₂max que el resto de posiciones específicas (Faina y et al, 1988; Van Gool, Van Gerven & Boutmans, 1988; Chatard, 1998; Reilly, 1994; Castellano, Masach y Zubillaga, 1996; Wisløff, Helgerud & Hoff, 1998). Además de los centrocampistas también se ha señalado a los defensas laterales como los roles posicionales con mayores valores de VO₂max (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000).

El VO₂max puede estar determinado también por la competición, ya que, los jugadores titulares presentan un VO₂max mayor que los reservas (González y Fernández de Prado, 1987). Del mismo modo, también puede estar determinado por el momento de la temporada, debido a que existe un incremento acusado en el valor medio del VO₂max de los jugadores entre el comienzo de la pretemporada y su finalización (Mercer, Gleeson & Mitchell, 1997), así como un ligero incremento entre el comienzo de la temporada y el comienzo de la segunda parte de la temporada (Casajús, 2001), e inclusive entre el comienzo de la temporada y la finalización de la temporada (González y Fernández de Prado, 1987). Sin embargo, también se ha determinado una reducción del 3% del VO₂max de los jugadores estudiados, a mitad de temporada, con respecto a los resultados obtenidos después de la pretemporada (Medelli, Jullien et Freville, 1989).

2.6 Frecuencia Cardíaca

La frecuencia de un evento se observa en intervalos regulares que mide los lapsos de tiempo que separan dos circunstancias sucesivas del evento considerado, enmarcado en el tiempo. Para un movimiento periódico, el periodo correspondiente al tiempo transcurrido

entre 2 pasos sucesivos de un sistema oscilante en un mismo punto y sentido (Papelier et Cottin, 1997).

La unidad de frecuencia se expresa en ciclos por minuto o en Hertz. En este caso, un método sencillo para realizar mediciones del sistema cardiovascular es la medición de la frecuencia cardiaca.

Las investigaciones de Schwabeger y et al (1984) mostraron como la medición de la FC sólo será significativa si se ha efectuado por medios mecánicos como por ejemplo la ayuda de un MRC (Monitor de Ritmo Cardíaco), ya que, la medida manual resulta demasiado inexacta y por lo tanto no es fiable.

En laboratorio es posible determinar la FC de forma instantánea, por la precisa medición del periodo que separa dos ondas R sucesivas del electrocardiograma (Papelier et Cottin, 1997). No obstante, el electrocardiograma no resulta un medio operativo cuando se desea realizar mediciones de la FC en el ámbito de la actividad física y del deporte, ya que, el aparataje necesario que emplea este medio resulta incómodo para poder expresar de manera natural los movimientos propios de cada actividad y deporte. De esta forma, los pulsómetros o monitores de ritmo cardíaco más actuales son los medios mecánicos empleados para la medición de la FC, en el ámbito de la actividad física y el deporte, que se expresa en latidos por minuto. A través de ellos se detectan las ondas eléctricas que corresponden con la actividad rítmica del músculo cardíaco, siendo en realidad un registro electromiográfico simplificado que ofrece la posibilidad de obtener secuencias de periodos cardíacos instantáneos con una precisión de tiempo inferior a una centésima de segundo, acercándose a valores de una milésima de segundo, dependiendo del aparato utilizado (Papelier et Cottin, 1997). En este sentido, se ha tratado de comprobar la validez y fiabilidad supuesta de los MRC comparando sus registros con los obtenidos de un Standard de oro como es el ECG o el Holter.

2.7 Frecuencia Cardíaca de Base

La FC de base, de forma tradicional, ha sido medida tras un periodo de reposo suficiente del sujeto en posición tumbada. En concreto, Chamoux et al (1988) consideran a la FC de base como la FC media de seis horas de sueño.

La FC basal de los jugadores de fútbol ha sido determinada en función de los distintos niveles competitivos (Schmid y et al, 1983; Dickhuth et al, 1981), registrándose los valores más bajos en los jugadores de mayor nivel competitivo (50 ± 9 y 54.6 ± 4.4 lat/min para jugadores de Primera División Alemanes) con respecto a los de menor nivel competitivo (55.9 ± 6.7 y 60.6 ± 14.5 lat/min para jugadores de Segunda División Alemana y Liga Nacional Suiza). También se ha comparado la FC basal entre jugadores de fútbol de élite y la población en general (Reilly, 1994; Sözen y et al, 2000).

Los resultados de estos estudios indican, en los jugadores de elite, un valor (64.6 ± 7.4 lat/min) significativamente más bajo que el obtenido por el grupo control (74.9 ± 10.5 lat/min). Por otro lado, no se han encontrado diferencias significativas en función de la posición ocupada por los jugadores en el campo (Sözen y et al, 2000).

2.8 Frecuencia Cardíaca Máxima

La evaluación de la FC máxima (FCM) ha sido estudiada por algunos autores ya que es una necesidad para evaluar la intensidad a la que el deportista está trabajando, pues si dos deportistas poseen los niveles de FC iguales en un trabajo de entrenamiento, no representa que la intensidad sea la misma, porque su FCM puede variar. De otra parte, la FCM no aumenta con el ejercicio pero puede percibir una leve disminución como resultado de una menor estimulación simpática en esfuerzo máximo (Reilly, 1994).

En este sentido, la predicción de la FCM en función de la edad puede considerarse únicamente como una estimación o acercamiento a los valores reales. La extrapolación de esta fórmula para calcular la FCM en diferentes poblaciones supone un gran riesgo de error. En la práctica la FC máxima se suele medir a través de un ejercicio hasta la extenuación (Chatard, 1998).

Sin embargo, no existe un consenso acerca de la mejor manera de medir la FCM. Boudet et al. (2002) tras someter a 16 atletas de triatlón masculinos a 3 pruebas diferentes, para determinar su FCM, una de laboratorio (en cinta rodante hasta la extenuación), otra de campo (test de Cooper y de Léger y Boucher), y una competición de triatlón, demostraron que aunque la FCM media de cada una de las pruebas no resultaban estadísticamente diferentes entre sí, existía una alta variación interindividual entre las tres evaluaciones.

Así mismo, Barbero, Granda y Soto (2004), encontraron que, en ocasiones, el valor de FCM obtenido en jugadores profesionales de fútbol sala a través de un Test de Conconi en tapiz rodante era superado por los registros obtenidos durante los partidos de competición. Este hecho sugiere la necesidad de manejar toda la información posible sobre el pico de FCM para minimizar el riesgo potencial de subestimar o sobreestimar cuando se calibra la intensidad del ejercicio a través de la FC.

Tradicionalmente se ha usado un test de laboratorio de esfuerzo máximo para determinar la FC máxima en jugadores de fútbol de elite, sin embargo, tanto el ergómetro como el protocolo utilizado pueden marcar diferencias en los resultados obtenidos. Además es necesario tener en cuenta en este tipo de evaluaciones la variabilidad individual (Reilly, 1994)

2.9 El Comportamiento de la Frecuencia Cardiaca

Ha sido común usar la FC como un indicador para medir la carga de trabajo fisiológica en situaciones de campo, es decir, durante el entrenamiento y/o la competición. Este hecho se debe a que, como afirma Bosco (1994), es de gran refuerzo conocer cuáles son las frecuencias cardiacas que logran los jugadores en competición. Además, técnicamente no presenta grandes complicaciones ni demasiados inconvenientes en los jugadores el llevar un equipo de registro que, hoy en día, consta de un transmisor con cinta alrededor del tórax y de un receptor en forma de reloj digital que se puede colocar en diversos sitios que no causen molestias ni interferencias en el rendimiento del jugador.

De esta manera es posible decir que existen numerosos factores que pueden alterar la homogeneidad de un estudio de estas características, como son: dimensiones del terreno

de juego, evolución del marcador, puesto específico, planteamiento táctico, características del terreno de juego, condición física del jugador, interrupciones, inferioridad numérica, etc. (Nogués, 1998).

A este respecto, se han observado diferencias significativas en las demandas fisiológicas de los jugadores en función de la demarcación ocupada dentro del sistema táctico del equipo (Pablos, & Huertas, 2000).

También se ha constatado una ligera disminución de la FC media que presentan los jugadores en el segundo tiempo con respecto al primer tiempo del partido (Ferreira, 2002).

3 Método

3.1 Tipo de Estudio

Estudio transversal descriptivo según el objetivo general, aunque se realizará la exploración de la relación del porcentaje de grasa e IMC con el VO₂max que se considera la parte analítica de la investigación. Se determinó el consumo máximo de oxígeno, la frecuencia cardíaca y el porcentaje de grasa en un solo momento del tiempo.

3.2 Área De Estudio

Área de formación Físico Deportivo.

Línea Investigativa expresiones motrices.

3.3 Población (Universo) y Muestra

La población a la cual se quiere extrapolar los resultados está conformada por los futbolistas pre juveniles.

La población elegible eran veintisiete (27) futbolistas prejuveniles pertenecientes a la Academia de Fútbol de Comfenalco Santander. Se realizó un muestreo no probabilístico, por conveniencia. No se realizó cálculo de tamaño de muestra, se incluyeron todos los jugadores de fútbol de la selección pre juvenil que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Por lo anterior, la muestra quedó conformado por 24 futbolistas. Tres futbolistas no cumplieron el criterio de edad.

3.4 Criterios de Inclusión

1. Jugadores de fútbol de la Academia de Fútbol de Comfenalco Santander con edades de 15 y 16 años.
2. Sexo Masculino
3. Aceptación de participación voluntaria en el estudio.

3.5. Criterios de Exclusión

1. Pérdida del 20% de la información recolectada en cada participante.

Variables

Se incluirán variables cualitativas y cuantitativas, correspondientes a características sociodemográficas, la capacidad aeróbica y composición corporal (peso, talla, índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de grasa) como se observa en el cuadro de operacionalización de variables (Apéndice A). Para explorar la relación del porcentaje de grasa e IMC con el VO₂max se tomó como variable dependiente el VO₂max.

Las formulas usadas para el cálculo del IMC y VO₂MAXmx se presentan a continuación:

Cálculo de IMC: $\text{Peso (kg)} / \text{Estatura al cuadrado (m}^2\text{)}$

Calculo del VO₂max: $\text{VO}_2\text{max} = 5,857 \times \text{Velocidad (Km/h)} - 19,458$

3.6. Análisis de Datos:

Las variables cuantitativas se presentaron en promedios y desviaciones estándar o mediana y Rango intercuartílico (RIC) según su distribución. Las variables cualitativas se presentaron en frecuencias absolutas y relativas. La relación entre IMC y VO₂max y entre porcentaje de grasa y VO₂max se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para el análisis se utilizó el software Stata 13.1.

3.7. Control de Sesgos

Se utilizaron instrumentos calibrados como el tallímetro Seca 213, la báscula Tanita BF639F, se utilizó el OMRON BF300 y el pulsómetro Polar RCX5 GPS. Se realizó prueba piloto para estandarizar las mediciones. Se realizó la evaluación el mismo día para todos los participantes. Garcia y Sechi (2014) revisaron las investigaciones acerca de la validación y reproducibilidad del Course Navette que se han hecho hasta el momento, encontraron coeficientes de correlación de Pearson (r) entre 0,61 y 0,94 y de fiabilidad entre $r = 0,73$ y $0,97$. “La monitorización de la frecuencia cardiaca está suficientemente validada en poblaciones muy activas, algo activas o sedentarias de niños y adolescentes, utilizando monitores como el Polar PE 4000 el cual tiene una desviación de 3 latidos / minuto en el 98% de las evaluaciones realizadas, lo que representa un resultado con suficiente fiabilidad” (Sirard, & Pate, 2001).

3.8. Procedimiento

La recolección de la información se realizó el 12 de Febrero de 2015 entre las 14:00 y 17:00 horas. La evidencia de la recolección de la información se presenta en el (Apéndice B.)

Se realizarán los siguientes procedimientos:

- 1) Se explicó a los futbolistas los objetivos del estudio, el protocolo para la realización del test de Course Navette, y las respectivas mediciones antropométricas.
- 2) Se realizó el proceso de asentimiento informado por escrito.

- 3) El protocolo inició con las mediciones antropométricas tales como edad, peso y talla.
- 4) Se realizó un calentamiento previo al test, se empezó con movilidad articular, luego se hizo un trote progresivo y activación cardiovascular y muscular, después se realizó calentamiento específico con ejercicios de plíometría y coordinación, por último se realizó un leve estiramiento y tuvo como duración 35 minutos.
- 5) Posteriormente, se realizó la prueba test de Course Navette que es una prueba indirecta que mide el VO₂max (consumo máximo de oxígeno). Los futbolistas tenían adecuada indumentaria (calzado deportivo, sudadera o pantaloneta, camisetas deportivas, o camisillas, toallas e hidratación). Se realizó en una cancha de fútbol (césped), la cual se distribuyó en 5 carriles con la ayuda de conos de lado a lado en la parte lateral de la cancha. La prueba consistió en recorrer de manera progresiva las 18 etapas del test que aumenta de velocidad por medio de un sonido llamado pailers que suena cada vez que el futbolista llega al otro lado de la cancha o sea cuando recorre 20 metros. Se utilizaron parlantes (genius) para amplificar el sonido. El test se realizó de 5 en 5 futbolistas, para poder realizar un seguimiento adecuado a cada jugador. Se tomó la cantidad de metros recorrida, cuando mantenía la velocidad de carrera marcada por la señal sonora. Cuando el participante no llegó al cono indicado en el tiempo establecido por segunda vez se detuvo la prueba. En el formato de recolección de la información se registró la velocidad, distancia recorrida y pailers.
- 6) Los futbolistas usaron el pulsómetro Polar RCX5 GPS, al final de la prueba se registró el valor de la FC en la ficha de recolección de la información.

3.9. Prueba Piloto

La prueba piloto se realizó en 15 estudiantes de la Facultad de Cultura Física, Deporte y recreación. El promedio de edad fue de $22,4 \pm 2,8$ años, el peso promedio fue de $74,8 \pm 7,1$ kg y una talla promedio de $1,7 \pm 0,04$ metros; la frecuencia cardiaca promedio fue de $192 \pm 8,1$ lpm y el VO₂max fue de $50,0 \pm 4,39$ (Apéndice C). A partir de la prueba piloto, se

adecuó el calentamiento a deportistas juveniles y se incluyó la variable porcentaje de grasa corporal. En lugar de indagar por el peso y la talla se prefirió realizar su medición con báscula y tallímetro calibrado. Adicionalmente, se cambió el horario de realización de las pruebas: en la prueba piloto fue entre las 12:00 y 2:00 p.m., mientras que en el estudio se realizó entre 3:00 a 5:00 p.m (Apéndice D).

3.9.1. Consideraciones Éticas

Los participantes de este estudio firmaron el consentimiento informado de forma voluntaria, de acuerdo con la resolución 8430 de 1993. Este estudio es de riesgo mínimo y la información recolectada se usó solo con fines investigativos, respetando la confidencialidad de los datos.

Esta investigación fue aprobada por el comité de investigación de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga.

4. Resultados

La muestra quedó conformada por 24 futbolistas, con un promedio de edad de $15,5 \pm 0,5$ años, las variables antropométricas se muestran en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y antropométricas de futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015

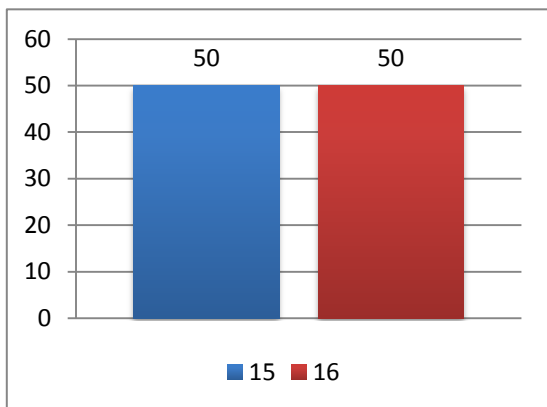
Variable	Promedio	Desviación Estándar
Edad (años)	15,5	0,5
Talla (m)	1,7	0,06
Peso (kg)	61,3	8,4
IMC (m/kg^2)	21,0	2,3
Porcentaje de grasa (%)	14,7	4,2

En la Tabla 2 se presenta el VO2max, el promedio fue de $46,9 \pm 3,6$ ml/kg/min, mientras que, la Frecuencia cardíaca al final de la prueba Course Navette en promedio fue de $194,4 \pm 7,3$ lpm (Figura 2B). Según la clasificación, llama la atención que el 33,3% tenía una potencia aeróbica mala y el 33,3% regular.

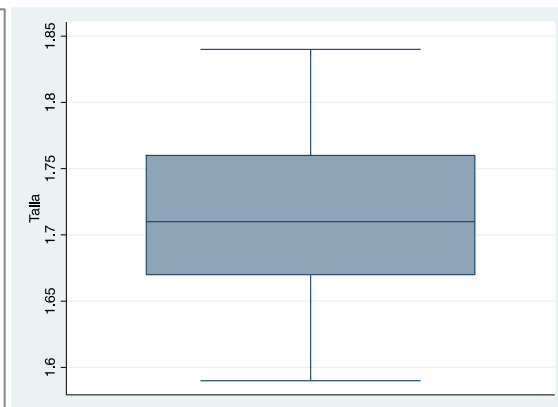
Tabla 2. Distribución del VO2max y Frecuencia cardíaca final de futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015.

Variable	Promedio	Desviación Estándar
VO2max (ml/kg/min)	46,9	3,6
Frecuencia Cardíaca (lpm)	194,4	7,3
Clasificación del VO2max	N	Porcentaje
Muy bueno	1	4,2
Bueno	7	29,2
Regular	8	33,3
Malo	8	33,3

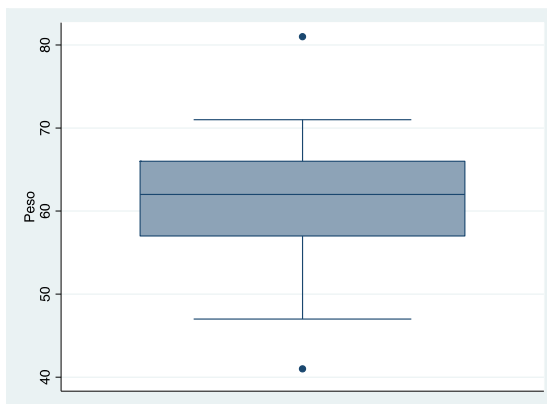
Figura 1. Distribución de las características sociodemográficas y antropométricas de futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015



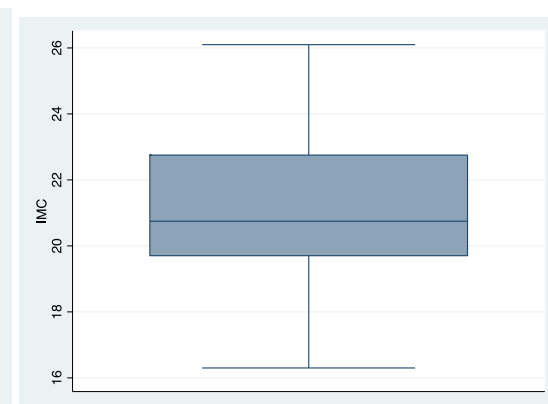
A. Edad



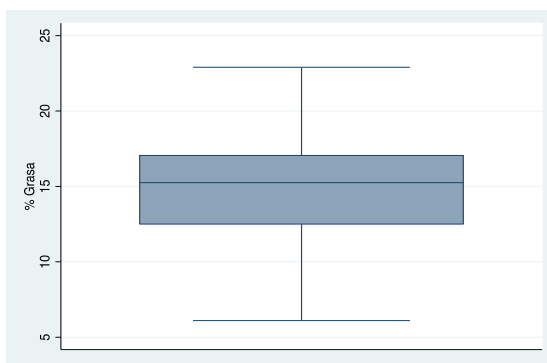
B. Talla



C. Peso

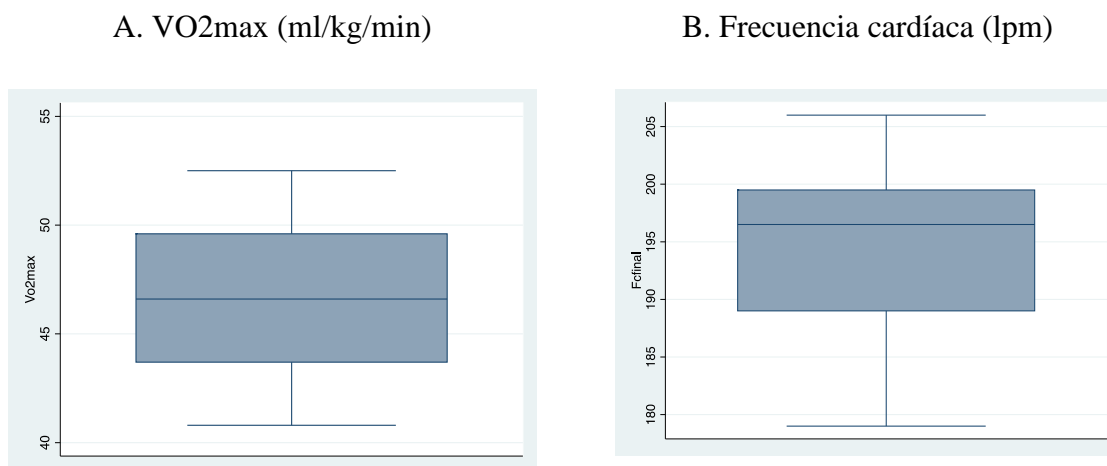


D. IMC



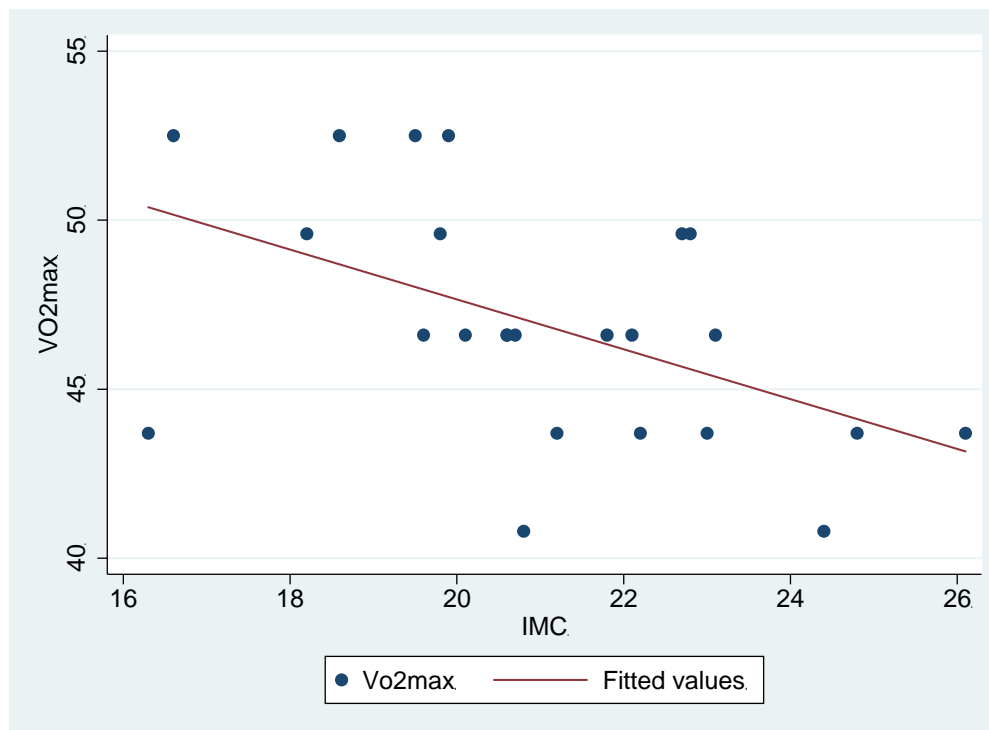
D. Porcentaje de Grasa

Figura 2. Box Plot de las variables VO2max y Frecuencia cardíaca en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015



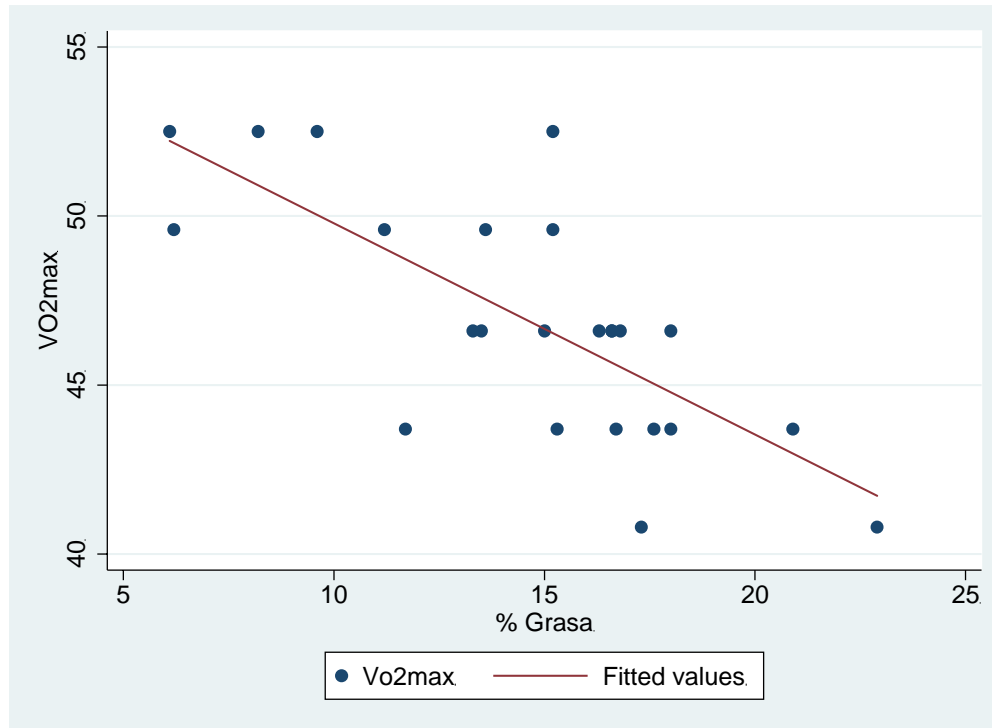
Tanto el IMC como el porcentaje de grasa se correlacionan significativa e inversamente con el VO2max, siendo esta correlación mayor entre el porcentaje de grasa y el VO2max (-0,73) que entre el IMC y el VO2max (-0,49).

Figura 3. Correlación entre IMC (kg/m^2) y VO2max en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015



Correlación: -0,49 Valor p= 0,0132

Figura 4. Correlación entre Porcentaje de Grasa y VO₂max en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol Comfenalco Santander, 2015



Correlación: -0,73 Valor p= 0,001

5. Discusión

En cuanto a los resultados del VO₂max, el promedio fue de $46,9 \pm 3,6$ ml/kg/min, mientras que, la Frecuencia cardíaca al final de la prueba Course Navette, en promedio fue de $194,4 \pm 7,3$ lpm. En cuanto al el IMC, tiene como promedio $21,0 \pm 2,3$ kg/m², clasificado como normopeso, mientras que el porcentaje de grasa fue en promedio de $14,7 \pm 4,2$ %, por encima de otros estudios realizados en futbolistas.

El VO₂max, la Frecuencia Cardíaca (FC), y el Porcentaje (%) de grasa, son unas de las variables que en los estudios en el ámbito del deporte y la actividad física, son

copiosamente analizadas, como un carácter de valoración de la dinámica funcional aeróbica, cardiovascular y corporal de deportistas y no deportistas.

De esta forma diferentes estudios como los de Leger-L et al (1993), Sproule et al. (1993), Berthoin et al (1994), Leger & Lambert (1982), y Ahmaidi, Adam, & Prefaut (1990), demuestran que la aplicación práctica de este test (indirecto), permite estimar variables aeróbicas, representadas en el VO2max, y la Frecuencia cardiaca (FC), e indican que los procedimientos de toma indirectas, tienen correlaciones a partir de procedimientos directos en condiciones de laboratorio. No obstante las correlaciones han sido aprobadas y argumentadas por los estudios descritos anteriormente.

El VO2max encontrado en este trabajo fue de $46,9 \pm 3,6$ ml/kg/min, el cual está por debajo de la mayoría de estudios encontrados en la revisión de la literatura (Cuadro 1 y 2). Se destaca que dos de los estudios realizados en Colombia tiene valores cercanos a los encontrados en esta población. Uno de los cuales fue realizado en la escuela de la Universidad del Valle (González & Calamba, 2014) y el otro en 9 clubes de fútbol de la ciudad de Pereira y Dosquebradas (Gutiérrez & Rodríguez, 2009). Una de las probables explicaciones de los bajos resultados de VO2max encontrados en el presente trabajo es el momento en el que realizó la evaluación, puesto que la recolección de la información se desarrolló en la etapa preparatoria del club caracterizado por dos meses previos de inactividad deportiva.

Cuadro 1. Comparación de VO2max y composición corporal con otros estudios de Colombia

Autor (Año)	Población n (Edad - años)	Test usado para evaluar VO2max	VO2max	IMC	% de grasa
Cardenal & Quintero (2015)	24 (15-16)	Test Course Navette	$46,9 \pm 3,6$	$21,0 \pm 2,3$	$14,7 \pm 4,2$
Gutiérrez & Rodríguez	120 (14-15) Colombia	Test de Cooper	$49,4 \pm 8,5$	$19,9 \pm 1,4$	$4,2 \pm 0,3$

(2009)					
Ramos (2010)	72 (15,81 ± 0,65) Colombia	Test de Leger	Millonarios 56,97 ± 5,71 América 55,29 ± 3,55	ND	ND
González & Villarroel (2013).	24 (15,4 ± ND) Colombia	Test Course Navette	Arqueros (3): 31,6 Defensas (8): 40 Volantes (8): 42,0 Delanteros (5): 37,8	ND	ND
González & Calamba (2014)	54 (14-15) Colombia	Test de Course Navette	49,14 ± 4,45	21 ± 2,9	ND

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Comparación de VO₂max y composición corporal con otros estudios de otros países.

Autor (Año)	Población n (Edad - años)	Test usado para evaluar VO₂max	VO₂max	IMC	% de grasa
Cardenal & Quintero (2015)	24 (15-16)	Test Course Navette	46,9 ± 3,6	21,0 ± 2,3	14,7 ± 4,2
Zubeldia & Mazza (2002)	31 (15,89 ± 0,6) Argentina	Test de Cooper	53,8 ± 4,1	ND	24,8 ± 3,3

Autor (Año)	Población n (Edad - años)	Test usado para evaluar VO₂max	VO₂max	IMC	% de grasa
Chamari et al (2004)	34 (17,5 ± 1,1) Túnez	Ergoespirometria	61,1 ± 4,6	22.5 ± 1.4	11.8 ± 2.0
Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004).	7 (14.0 ± 0.2) Dinamarca	Ergoespirometria Medical Graphics, CPX/D)	63.7 ± 8.5	19.3 ± 1.9	ND
Chamari et al (2005)	21 (14 ± 0.4) Túnez	Ergoespirometria	66,5 ± 5.9	ND	11,8 ± 3,2
Silva et al (2007)*	19 (13,9 ± 1,8) Brasil	NA	ND	20,6 ± 2,7	14,8 ± 4,6

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente el control del VO₂max, se hace imprescindible para la programación y posterior aplicación de cargas en el proceso de entrenamiento, ya que el fútbol utiliza diferentes suministros energéticos durante su actividad, como lo demuestra el estudio, el VO₂max tiene un promedio de 47,5 ml/kg/min, DS(3,87), clasificación según Astrand, (2000) como bueno, y si se toma la representación ideal para la etapa competitiva del ciclo de entrenamiento según Pancorbo, (2008), el VO₂max debería estar en 58 ml/kg/min.

En cuanto a la frecuencia cardiaca, terminaron la prueba con una media para la misma variable de 194 lat/min. DS (7,66). Si se compara con el estudio realizado por Cuadrado et al. (2010), proponen una ecuación lineal para el cálculo de la Frecuencia cardiaca máxima (FC Máx) de forma indirecta con el test de Course Navette. Con un

promedio de 189 lat/min. y que como conclusión principal se destaca que esta ecuación posibilita una manera útil y cómoda del cálculo de FC Max, en situaciones reales de juego, como lo es este test, evitándose la realización de test no específicos y, de este modo, reducir la falta de especificidad en la valoración funcional.

De esta manera la diferencia podría estar establecida en que, durante el ejercicio ocurren muchos efectos fisiológicos diferentes, podemos decir que la frecuencia cardíaca (FC) depende de la capacidad máxima de cada deportista, por su propia adaptación e intensidades ante los cambios en el medio interno durante las cargas físicas (Sergeyevich-Mishchenko, & Dmitriyevich-Monogorov, 2001)

En cuanto a las variables antropométricas en el presente estudio se encontró un porcentaje de grasa promedio de $14,5 \pm 4,1$ y un peso corporal de 61kg. Si se tiene en cuenta que, según Pancorbo (2008), el porcentaje de grasa idóneo para jugadores de fútbol es de 8 a 10%, se evidencia que el porcentaje de los jugadores del presente estudio está por encima. Este resultado podría explicarse por la posición de juego y las características específicas del deportista. Sin embargo, en este estudio no se incluyó la variable posición de juego.

El 85% de los deportistas del presente estudio, se clasifica en normopeso y a su vez un 15% en sobrepeso, según la (Atalah, Loaiza, & Taibo, 2012), es importante señalar que se considera que el IMC, la relación del el peso y la talla aporta poca información, cuando de un deportista se trata, al determinar el grado nutricional del mismo, ya que en esta etapa hay un aumento considerable de la masa muscular y corporal, producto de su maduración, por ende su evaluación se hace complicada (Kramer, 1987).

De esta manera se puede mencionar que el Course Navette contiene un elemento muy similar dinámico y motivador para los deportes acíclicos, que necesiten predecir la potencia aerobia (VO₂max), además el mismo es aplicable en diferentes edades teniendo en cuenta que los resultados son fiables y se ejecuta el protocolo del test de la mejor manera.

En relación con la correlación entre la composición corporal y el VO2max, pocos estudios han evaluado esta asociación en jugadores de fútbol (Cuadro 3). En la literatura se encontraron tres estudios, dos de los cuales mostraron asociación entre porcentaje de grasa VO2max (Nikolaidis, 2012a y 2012b). Por otro lado, el estudio de Gligoroska (2014) mostró asociación entre masa grasa absoluta y VO2máx. Lo cual es similar con este estudio, en donde se encontró correlación entre porcentaje de grasa, IMC y VO2max.

Cuadro 3. Correlación entre VO2max y composición corporal

Autor (Año)	Población n (Edad - años)	Test usado para evaluar VO2max	Relación entre % de grasa y VO2max
Cardenal & Quintero (2015)	24 (15-16) Colombia	Test de Course Navette.	-0,73 Valor p= 0,001
Nikolaidis (2012a)	136 (12-14) Grecia	Capacidad de trabajo físico a una FC de 170 lpm (PWC170)	%Grasa Q1 = 2.66 ± 0.53 Q2 = 2.64 ± 0.70 Q3 = 2.39 ± 0.39 Q4 = 2.09 ± 0.49 Valor p <0.001
Nikolaidis (2012b).	109 (16-18) Grecia	Capacidad de trabajo físico a una FC de 170 lpm (PWC170)	%Grasa Q1 = 2.6±0.4 Q2 = 2.6±0.4 Q3 = 2.7±0.6 Q4 = 2.5±0.3 Valor p = 0.267
Gligoroska, 2014	66 (13-18) España	Ergoespirometría Test de Bruce	Masa grasa absoluta y tiempo trabajado = -0.142 (p<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

Una fortaleza que puede destacar del estudio es que se utilizaron monitores de frecuencia cardiaca marca POLAR RCX5 GPS los cuales son de última tecnología y hacen que los resultados del estudio sean más fiables para el equipo porque le permite evidenciar su estado actual en cuanto a la capacidad aeróbica del jugador.

Se concluye que una tercera parte de la población estudiada presenta un nivel de VO₂max bueno o muy bueno, las otras dos terceras partes presentan unos niveles regulares o malos. Por otro lado, el promedio del porcentaje de grasa está por encima del recomendado para los futbolistas. Así mismo, se encontró que a mayor porcentaje de grasa menor VO₂max. Y finalmente, el grupo de jugadores necesitan un trabajo específico o un plan de entrenamiento adecuado para mantener y aumenten su nivel VO₂max que se requiere para esta categoría.

6. Recomendaciones

Teniendo en cuenta la experiencia y la búsqueda de mejores y más exactos resultados se recomienda aumentar el número de la muestra, realizar las pruebas antropométricas para el porcentaje de grasa, peso muscular y peso óseo por medio de pliegues cutáneos para saber con más exactitud la composición corporal de cada jugador ya que en este trabajo el porcentaje de grasa se obtuvo de un monitor de grasa. Asimismo, se recomienda tener en cuenta las posiciones de los jugadores.

Hacer un antes y un después para analizar si un programa de entrenamiento incide en los cambios de la composición corporal y el VO₂max. Hacer una correlación entre el peso y VO₂max es decir si la persona entre más peso tenga su VO₂max aumenta o disminuye y de igual forma con el porcentaje de grasa.

En el fútbol moderno el tipo de entrenamiento a variado mucho y ahora no solo se depende de la preparación física, se depende de una capacidad técnica, táctica y capacidad psicológica y por ende se debe hacer un trabajo psicológico a los jugadores, hacer un

seguimiento en los factores sociales y los estilos de vida saludables, todo esto se debe trabajar en conjunto para que los jugadores tengan un buen rendimiento.

Para el preparador físico del equipo de fútbol de la categoría pre juvenil de Comfenalco Santander se recomienda crear un plan de entrenamiento para los jugadores que presentaron mayores falencias en la muestra tomada en cuanto a su capacidad aeróbica, la cual arrojaron los resultados que están en un nivel bajo para la práctica de este deporte en la competencia.

Bibliografía

- Ahmaidi, S., Adam, B., & Prefaut, C. (1990). Validite des epreuves triangulaires de Course Navette de 20 m et de la course sur piste pour l'estimation de la consommation maximale d'oxygene du sportif". *Science & Sports*, 5(2), 71-76.
- Alvarez, J. C. B., Vera, J. G., & Hermoso, V. M. S. (2004). Análisis de la frecuencia cardiaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. *Apunts: Educación física y deportes*, (77), 71-78.
- Alves De Oliveira, H., Peres, G., Lefevre, P., & Chiva, F. (1989). Comparaison Des Valeurs De Consommation Maximale D'oxygene Obtenles Par Methodes Directe Ou Indirecte. *European Congress Of Sports Medicine*
- Aparicio, M, R., Estrada, L, A., Fernández, C., Hernández, R, M., Ruiz, M., Ramos, D., & Ángeles, E. (2004). *Manual de antropometría*. México D.F: Conacyt.
- Atalah Samur, E., Loaiza, S., & Taibo, M. (2012). Estado nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS 2007. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 1-6.
- Astrand, S. (2000) La Resistencia en el Deporte. *Paidotribo* 2ª. Edicion España.
- Bangsbo, J. (1999). Demandas de energía en el fútbol competitivo. *Journal of Sport Sciences*, 12, S5-S12.
- Barbero, J. C., & Barbero, V. (2003). Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 17(2), 13-24.
- Barbero, J.C., Granda, J., & Soto, V.M., (2004), Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala, *Revista Apunts*, 77, 71- 78.

- Bassett D.R., & Howley E.T. (1997) Maximal oxygen uptake: Classical versus contemporary viewpoints. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 591-603
- Berthoin. S., Gerbeaux. M., Turpin. E., Guerrin. F., Lenseil-Corbeil. G., & Vanderdorpe. F. (1994). Comparison of two field test to estimate maximum aerobic speed. *J Sport Sci*, 12(4), 355-62.
- Boudet, G., Garet, M., Bedu, M., Albuissou, E., & Chamoux, A. (2002). Median maximal heart rate for heart rate calibration in different conditions: laboratory, field and competition. *International journal of sports medicine*, 23(4), 290-297.
- Bosco, C. (1994). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. Barcelona: *Paidotribo*.
- Bogdanis, G., Nevill, M. E., Boobis, L. H., Lakomy, H. K., & Nevill, A. M. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *The Journal of physiology*, 482(Pt 2), 467.
- Casajús, J. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (4), 463-469.
- Castellano, J., Masach, J., & Zubillaga, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *Training Fútbol*, 7, 27-41.
- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J. C., ... & Wisløff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(2), 191-196.
- Chamoux, A., Fellmann, N., Mombaerts, E., Catilina, P., & Coudert, J. (1988). Football Professionel. Sur le terrain, suivi de l'entraînement par la fréquence cardiaque et la lactatémie. *Médecine du Sport*, 62 (2), 88-93.
- Chatard, J. (1998). Intérêts des mesures de fréquence cardiaque. *EPS*, 273, 33-35

- Ciccarone, G., Fontani, G., Albert, A., Zhang, L., & Cloes, M. (2005). Analisi delle caratteristiche antropometriche e delle capacità di salto di giovani pallavolisti d'alto livello. *Medicina dello sport*, 58(1), 1-15.
- Cuadrado-Reyes, J., Chiroso, L.J., Chiroso, I.J., Aguilar-Martínez, D. (2011). Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual en Situaciones integradas de juego en deportes colectivos: Una propuesta práctica. e-balonmano.com: *Revista de Ciencias del Deporte*, 7 (2), 91-99.
- Dickhuth, H., Simon, G., Bachl, N., Lehmann, M., & Keul, J. (1981). Zur höchst-und dauerleistungsfähigkeit von Bundesligafussballspielern. *Leistungssport*, 11, 148-152.
- Eklblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50-60.
- Faina, M., Gallozzi, C., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R., & Marini, C. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer player. *Science and football*, 1, 158-163.
- Ferreira, L. (2002). Análise da performance em futebol. Estudo comparativo da frequência cardíaca e das ações táctico-técnicas defensivas em equipas de diferente nivel competitivo, no escalao sub-16 e sub-17. Dissertação de Mestrado nao publicada, FCDEF-UP.
- Gadoury, C., & Leger, L. (1989). Validity Of The 20 M Shuttle Run Test With 1 Min Stages To Predict VO₂max In adults. *Canadian Journal Of Sports Science*, 14 (1), 21-26.
- Garcia, G., Secchi J., (2014). Test Course Navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts: Medicina de l'esport*, 49(183), 93-103.
- Garganta, J. (1997) Modelacao tacticadel jogo de futebol. Estudo de organizacao da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. Dissertacao de doutoramento nao

publicada facultade de ciencias de desporto e de educacao física. Universidade de porto.

- Gligoroska, J.P., Manchevska, S, Gudevskaa, D.N. & Todorovska, L. (2014) Bruce test results and body mass components in U20 soccer Players. *Research in Physical ducation, Sport and Health*, 3(2), 119-124.
- Gómez, P., Aranda, M. & Ferrer, V. (2010). Seguimiento longitudinal de la evolución en la condición aeróbica en jóvenes futbolistas. *Apunts: Medicina de l'esport*, 45(168), 227-234.
- Gómez, P., & Soto, D. (2004). VO₂max y umbral anaeróbico en futbolistas profesionales y juveniles. Repercusiones en el entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 18 (2), 37-41.
- González Collazos, C. F., & Calambas Yotengo, G. A. (2014). Caracterización antropométrica, funcional y motora del equipo pre juvenil de la escuela de fútbol de la Universidad del Valle, con edades de 14 a 15 años (Doctoral dissertation).
- González-Ortega, J., & Villarroel-Toro, F. (2013). Estado actual de la condición física de los futbolistas pre juveniles del club Guajiros Junior del municipio de Riohacha, Departamento de La Guajira. *Efdeportes [en línea][consultado enero 2014]*, 18, 187.
- González, J., & Fernández de Prado, J. (1987). Seguimiento ergométrico de un equipo de fútbol profesional. *El Entrenador Español*, 34, 17-23.
- Gutiérrez Espinosa, R. A. & Rodríguez, J. A. (2009). Caracterización de las capacidades condicionales y perfil antropométrico de los jugadores que integran los clubes de fútbol de Pereira y Dosquebradas categoría Pre-Juvenil 2009. Tesis para optar por el título de Profesional en ciencias del deporte y la recreación. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.

- Kent, M. (2003), *diccionario Oxford de medicina y ciencias del deporte*, primera edición Barcelona España.
- Kramer, M. (1987). Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization- Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, 65, 663-737.
- Leger, L., Lambert, J., Goulet, A., Rowan, C., Dinelle Y. (1984). Aerobic capacity of 6 to 17 years-old Quebecois-20 meter shuttle run test with 1 minute stages. *Canadian journal of applied sport sciences*, 9(2), 64-69.
- Leger, L., Rouillard, M. (1983). Speed reliability of cassette and tape players. *Canadian journal of applied sport sciences*, 8 (1), 47-8.
- Leger, L., Mercier D, Gadoury C, Lambert J. (1998). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101.
- Leger, L., Ahamaidi, S., Berthoin, S., Cazorla, Ga., & Fargeahe, M. (1993). Concordance Et Equivalence Entre Les Test De Course Navette De 20 M Et De Course Sur Piste. *Acaps France*. 3-4.
- Leger, L., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max. *European journal of applied physiology*, 49 (1), 1-12.
- Liu N, Plowman S, Looney MA. (1992). The reliability and validity of the 20 meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport*. 63(4). 360-5.
- López Calbet, J.A. (1997). Factores determinantes del consumo máximo de oxígeno: papel del sistema cardiovascular. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 11 (1), 13-18.
- MacDougall, J.D. (2005). *Evaluación fisiológica del deportista*. (3ed). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

- Mahoney, C. (1992). 20-Mst And Pwc 170 Validity In Non-Caucasian Children in the Uk. *British Journal Of Sports Medicine*, 26(1), 45-47.
- Marion, A., Kenny, G., & Thoden, J. (1994). Heart rate response as a means of quantifying training loads: Practical considerations for coaches. *Sports*, 14, 2.
- Maughan, R.J. & Leiper, J.B. (1994). Fluid Remplacemet requirements in soccer. *J Sports Sci* 1994, 12, S29 – S234.
- Mercer, T., Gleeson, N., & Mitchell, J. (1997). Fitness profiles of professional soccer players before and after pre-season conditioning. *Science and Football III. E and FN Spon, London*, 112-117.
- Montoro, J. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el VO₂ max. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3 (11), 173-181.
- Moreno, V. M., Gandoy, B. G., González, M. A., Herranz, S. F., de la Cámara, A. G., & de Oya Otero, M. (2001). Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300. *Atención primaria*, 28(3), 174-181.
- Medelli, J., Jullien, H., et Freville, M. (1989). Apport des tests de laboratoire au controle del entraînement du footballeur. *STAPS*, 10 (19), 17-27.
- Metaxas, T. I., Koutlianos, N. A., Kouidi, E. J., & Deligiannis, A. P. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 79-84.
- Monbiedro, C; Leger, L; Cazorla, Ga; Delgado, M; Gutierrez, A; Prost, A; Roy, Jy. (1992). Validation Du Test De Course Navette De 20 M Pour Predire Le VO₂max D'athletes D'endurance. *Science Et Motricite*, 17, 3-10.
- Nikolaidis, P.T. (2012a). Elevated Body Mass Index and Body Fat Percentage Are Associated with Decreased Physical Fitness in Soccer Players Aged 12-14 Years. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(3), 168-174.

- Nikolaidis, P. (2012b). Physical fitness is inversely related with body mass index and body fat percentage in soccer players aged 16-18 years. *Medicinski pregled*, 65(11-12), 470-475.
- Nogués, R. (1998). Análisis de las modificaciones de frecuencia cardiaca de futbolistas no profesionales durante la competición. *Training Fútbol*, 25, 42-46.
- Norton, K. & Olds, T. (1996). Antropométrica: un libro de referencia sobre mediciones corporales humanas para la educación en deportes y salud. Rosario, Argentina: Biosistem.
- Nowacki, P., Cai, D., Buhl, C., & Krummelbein, U. (1988). Biological performance of German soccer players (professionals and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. *Science and football*, 1, 145-157.
- Pablos, C., y Huertas, F. (2000). Entrenamiento integrado: justificación de las propuestas de entrenamiento y evaluación de rendimiento aero-anaeróbico en el fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14 (3), 5-15.
- Pancorbo Sandoval A.E. (2008). *Medicina y ciencias del deporte y actividad física*. Consejo Superior de Deportes. Madrid: Ed. Ergon.
- Papelier, Y., et Cottin, F. (1997). La mesure de la fréquence cardiaque. *EPS*, 267, 73-78.
- Pazo, C. I., Fradua, L., & Sáenz-López Buñuel, P. (2012). Influencia del contexto deportivo en la formación de los futbolistas de la selección española de fútbol. *Revista de psicología del deporte*, 21, 291-299.
- Pino., J. (2001): Análisis de las demandas energéticas en fútbol. Revisión Bibliográfica. *El Entrenador Español de Fútbol*, 10, 4451- 4464.
- Prats, Ja; Galilea, J; Ibañez, J; Estruch, A; Galilea, P.A.; Palacios, L; Pons, V. (1986). Correlación entre el test de campo de Leger (Course Navette) y un test de laboratorio de cargas progresivas. *Apunts, Medicina De L'esport*, 23(90), 209-212.

- Ramos, J. (2010). Características morfo-funcionales y motoras en jóvenes futbolistas como criterio de orientación y selección deportiva. *Educación física y deporte*, 29(1), 45-54.
- Reilly, T. (1994). Physiological profile of the player. In B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer). Handbook of Sports Medicine and Science* (pp. 78-94). I.O.C. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669-683.
- Reyes, J. C., Ríos, L. J. C., Ríos, I. J. C., Tamayo, I. M., & Aguilar, D. (2011). Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual en situaciones integradas de juego en deportes colectivos: Una propuesta práctica. E-balonmano. com: *Revista de Ciencias del Deporte*, 7(2), 91-99.
- Rodríguez G. (2013). Características fisiológicas en el fútbol. Ceefis. www.ceefis.com.ar.
- Samaros, D. (1980). Energy usage during a soccer match. In *Proceedings of the 1 International Congress on Sport Medicine Applied to soccer*. 795-801.
- Sánchez, B., & Salas, J., (2009, diciembre), Determinación del Consumo Máximo de Oxígeno del Futbolista Costarricense de Primera División en Pretemporada 2008, *Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 6, 1-5.
- Schmid, P., Dickhuth, H., Lehmann, M., Huber, G., Berg, A., & Keul, J. (1983). Labordiagnostische ergebnisse von fussball-und handball-spielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportsmedizin*, 12, 365-375.
- Schwaberger, G., Pessenkofer, H., Schmid, P., Sauseng, N., König, H., Konrad, H., Tschetschounik, R., Frisch, C., & Keul, J. (1984). *Vergleichende labor-und felduntersuchungen zur trainingsbegleitenden leistungsdiagnostik bei mittelstreckenläufern und schwimmern. Leistungssport*, 4, 25-31.

- Sergeyevich- Mishchenko V, Dmitriyevich- Monogorov V. (2001). *Fisiología del deportista*. 2 a. Ed. Barcelona: Paidotribo.
- Silva, C. C., Goldberg, T. B. L., Capela, R. C., Kurokawa, C. S., Teixeira, A. D. S., Dalmas, J. C., & Cyrino, E. S. (2007). Respostas agudas pós-exercício dos níveis de lactato sanguíneo e creatinofosfoquinase de atletas adolescentes. *Revista Brasileira de medicina do esporte*, 13, 381-386.
- Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports medicine*, 31(6), 439-454.
- Sozen, A. B., Akkaya, V., Demirel, S., & Kudat, H. (2000). Echocardiographic findings in professional league soccer players: Effect of the position of the players on the echocardiographic parameters. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 150.
- Sproule, J., Kunalan, C., Mcneill, M., Wright, H.. (1993). Validity of 20-MST for predicting VO₂max of adult Singaporean athletes. *Br J Sports Med*, 27(3), 202-204.
- Stroyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 168-174.
- Van Gool, D., Van Gerven, D., & Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *Science and football*, 1, 51-59.
- Wisløff U, Helgerud J, & Hoff J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(3), 462-467.
- Zubeldía, G., & Mazza, O. (2002). Características Antropométricas y Funcionales en Futbolistas de 14 a 15 años pertenecientes a Racing Club. *PubliCE Standard*, 215. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-futbol/articulos/caracteristicas-antropometricas-y-funcionales-en-futbolistas-de-14-a-15-anos-pertenecientes-a-racing-club-215>

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado

Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga

Facultad De Cultura Física, Deporte Y Recreación

Investigación VII (Metodología I)

Línea: Ser Cultura Y Movimiento (expresiones motoras)

El test de Course Navette fue creado por el Lucque Léger es una de las pruebas indirectas más fiables en todo el mundo, su objetivo es muy claro medir el consumo máximo de oxígeno de forma progresiva, el test consiste en realizar carreras de ida y vuelta sobre un tramo de 20 metros, a una velocidad que aumenta progresivamente, hasta alcanzar el agotamiento.

El test y cuestionarios a realizar son para evaluar su condición física, les permitirán obtener información sobre su estado general de salud.

Las pruebas más exigentes son las de aptitud cardiorrespiratoria, y la cardiovascular, resistencia muscular.

Usted podrá presentar agotamiento durante la ejecución de dichas pruebas y/o al finalizar las mismas.

Si firmar este documento, usted declara que se le han mostrado y ha entendido la descripción de las pruebas a desarrollar y sus posibles inconvenientes. Igualmente, usted dice que cualquier duda que haya podido surgir sobre el proceso de valoración y sus permisibles riesgos ha sido manifestada con claridad, quedando satisfecho con las explicaciones aportadas.

La información obtenida como resultado de dichas pruebas será considerada como confidencial, utilizándose solamente con fines investigativos, acogiendo en cualquier caso su identidad. Para ello será preciso su expreso consentimiento mediante autorización por escrito.

Al firmar el presente documento usted es consiente de la total responsabilidad de su propia salud, y reconoce que ha sido enterado y a comprendido que esta responsabilidad no es admitida por los evaluadores de su programa de ejercicio físico.

Firma Del Participante

Firma Del Testigo

Firma Del Evaluador

Apéndice B. Operacionalización de variables:

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	NATURALEZA Y NIVEL DE MEDICION	NIVEL OPERATIVO
VO2MAX	Es la cantidad máxima de <u>oxígeno</u> (O ₂) que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo determinado	Cuantitativa	ml/Kg/min
		Cualitativa	Muy bueno Bueno Regular Malo
FRECUENCIA CARDIACA	número de contracciones del <u>corazón</u> o pulsaciones por unidad de tiempo.	Cuantitativa	Pulsaciones por minuto
PORCENTAJE DE GRASA SEGÚN YUHASZ	Cantidad de grasa corporal expresada como una proporción del peso corporal que se mide por antropometría según el método descrito por yuhasz.	Cuantitativa Continua	%
TALLA	Estatura del individuo, distancia entre el piso y el vertex.	Cuantitativa Continua	Metros
IMC	peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (Kg/m ²)	Cuantitativa Continua	Kg/m ²
PESO	Es una magnitud física determinada por la masa y la fuerza gravitacional	Cuantitativa Continua	Kg
EDAD	Años cumplidos al momento de ingresar al estudio consignado en la historia clínica.	Cuantitativa Discreta	Años

Apéndice C. Prueba piloto

registro	edad	Peso	Talla	IMC	Fc final	velocidad	Pailers	VO2max
1	23	80	1,75	26,122449	185	11,5	7	47,8975
2	26	68	1,66	24,677021	192	12,5	9	53,7545
3	20	68	1,8	20,987654	202	12	8,5	50,826
4	20	72	1,7	24,913495	192	12,5	9	53,7545
5	20	85	1,76	27,440599	192	11,5	7	47,8975
6	21	75	1,8	23,148148	181	11	6,5	44,969
7	22	80	1,8	24,691358	199	11	6,5	44,969
8	23	60	1,75	19,591837	201	13,5	11	59,6115
9	22	73	1,74	24,111507	189	12,5	9,5	53,7545
10	31	70	1,69	24,508946	198	11,5	7,5	47,8975
11	22	76	1,81	23,198315	175	12,5	9	53,7545
12	21	74	1,8	22,839506	187	12	8,5	50,826
13	24	89	1,78	28,089888	195	11	6	44,969
14	21	75	1,78	23,671254	194	11	6	44,969
15	21	78	1,75	25,469388	205	12	6	50,826

Variables	Promedio (DE)
Edad	22,4 (2,8)
Peso	74,8 (7,1)
Talla	1,7 (0,04)
Fc max	192 (8,1)
Vo2max	50,0 (4,39)

Apéndice D. Clasificación del IMC según la OMS

Cuadro 1
Clasificación del índice de masa corporal según OMS

Tipo	Explicación	Valores
A	Bajo peso	<18.5
B	Normal	18.5-24.9
C	Sobrepeso	25-29.9
D	Obesidad G I	30-34.9
E	Obesidad G II	35-39.9
F	Obesidad G III	>40

Apéndice E. Clasificación del VO₂max

VO₂MAX	DEPORTE
>75 ml/kg/min	Fondistas y ciclistas
65 ml/kg/min	Squash
60-65 ml/kg/min	Fútbol
55 ml/kg/min	Rugby
50 ml/kg/min	Voleibol
50 ml/kg/min	Beisbol

<https://snt150.mail.live.com/mail/ViewOfficePreview.aspx?messageid=mga-YpbK315BGOcGw75bgSkA2&folderid=flsent&attindex=0&cp=-1&attdepth=0&n=98789572>