

## Evaluación del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) y el porcentaje de grasa en futbolistas jóvenes

Evaluation of maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ )  
and percentage of fat in young footballers

Jorge Luis Salazar Martínez

Profesional en Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física. Correo: [jorge-sama83@hotmail.com](mailto:jorge-sama83@hotmail.com)

Juan Osvaldo Jiménez Trujillo

Docente asesor. Lic. Educación Física, Esp. Entrenamiento Deportivo, MSc. Motricidad y Desarrollo Humano. Docente investigador Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física. Pregrado en Entrenamiento Deportivo. Correo: [juan.jimenez@udea.edu.co](mailto:juan.jimenez@udea.edu.co)

### Resumen

Los jugadores, en su etapa de formación, deben apropiarse de elementos técnicos, tácticos, físicos, psicológicos y teóricos, que les permitan desempeñarse con eficacia en el fútbol. Estos elementos se adquieren en los entrenamientos y competencias, y provienen de los entrenadores, los compañeros, los rivales, las situaciones de juego y todos aquellos agentes internos y externos del deporte que hacen que, día a día, el jugador crezca como deportista e individuo. **Objetivo:** determinar el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ), talla, peso, índice de masa corporal y porcentaje de grasa en futbolistas jóvenes. **Método:** estudio cuantitativo, de tipo descriptivo y de corte transversal. La muestra fueron 20 futbolistas de categorías sub 13 y sub 14. Para determinar el  $VO_{2max}$  se aplicó el Test de Léger; el porcentaje de grasa se determinó por Bioimpedancia Eléctrica, con una Balanza con analizador de fitness marca OMRON, referencia HBF-510LA. **Resultados:** se encontró que, el valor promedio de  $VO_{2max}$  de los deportistas fue de 47.3 ml/kg/min y el valor promedio de porcentaje de grasa fue de 13.1%. **Conclusiones:** en  $VO_{2max}$ , los deportistas evaluados están por encima de otros con características similares (47.3 ml/kg/min). En porcentaje graso, comparándolos con otros grupos poblacionales, se encuentran en los rangos normales para su grupo de edad (6-14%).

**Palabras clave:** evaluación fisiológica, evaluación antropométrica,  $VO_{2max}$ , consumo máximo de oxígeno, fútbol, jóvenes, deportistas.

### Summary

The players, in their training stage, must appropriate technical, tactical, physical, psychological and theoretical elements that allow them to perform effectively in football. These elements are acquired in training and competitions, and come from coaches, partners, rivals, situations of play and all those internal and external agents of the sport that make, day by day, the player grows as an athlete and individual. **Aim:** to determine the maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ), height, weight, body mass index and percentage of fat in young soccer players. **Method:** quantitative, descriptive and cross-sectional study. The sample consisted of 20 players from the sub 13 and sub 14 categories. To determine the  $VO_{2max}$ , the Léger Test was applied; the percentage of fat was determined by Electric Bioimpedance, with a scale with OMRON brand fitness analyzer, reference HBF-510LA. **Results:** it was found that, the average  $VO_{2max}$  value of the athletes was 47.3 ml / kg / min and the average fat percentage value was 13.1%. **Conclusions:** in  $VO_{2max}$ , the athletes evaluated are above others with similar characteristics (47.3 ml / kg / min). In fat percentage, comparing them with other population groups, they are in the normal ranges for their age group (6-14%).

**Keywords:** physiological evaluation, anthropometric evaluation,  $VO_{2max}$ , maximum oxygen consumption, soccer, youth, athletes.

## 1. Introducción

Fisiológicamente, los jugadores de fútbol juvenil presentan valores más bajos de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) que los adultos (Stolen *et al.*, 2005). La capacidad aeróbica máxima se considera un factor clave en el fútbol moderno. De hecho, un alto valor de  $VO_{2max}$  permite al jugador cubrir grandes distancias en el campo de juego (McMillan *et al.*, 2005), mejorar la capacidad de repetir sprints, y realizar acciones de alta intensidad, con y sin el balón (Durandt *et al.*, 2006; Hoff *et al.*, 2002).

Por otra parte, Helgerud *et al.* (2001) han demostrado que la actividad técnica y la distancia total recorrida durante el partido-juego de los jugadores de fútbol juvenil, mejoraron con el aumento en el  $VO_{2max}$ . Por consiguiente, es esencial para los entrenadores que presten atención al desarrollo y la optimización de la capacidad aeróbica en jugadores juveniles.

El deporte de alto rendimiento, en la actualidad, exige que sus practicantes presenten un nivel de preparación muy alto; esto lo hace asequible sólo para individuos dotados de cualidades morfológicas, funcionales y psíquicas superiores a las que presenta la población general. La detección de estos *talentos* se realiza por medio de la selección deportiva, la cual es ampliamente definida en la literatura científica como el proceso mediante el cual se individualizan las personas que tienen mejores cualidades y aptitudes hacia una determinada disciplina deportiva (Volkov & Filin, 1988).

Dentro de las diferentes variables que se pueden analizar, el control de las cargas de entrenamiento y de la competición, va a resultar de vital importancia en cualquier especialidad deportiva y, más en concreto, en una actividad como el fútbol, para conocer la condición física de los deportistas, atribuir así las cargas más apropiadas y poder conseguir el éxito deportivo.

De acuerdo a lo anterior, para formar un deportista se deben tener conocimientos claros, tanto teóricos como prácticos, para llevar a cabo una preparación que integre de manera sistemática todos los componentes del rendimiento deportivo, que permitan alcanzar los logros propuestos. A los jugadores, en su etapa de formación, se les debe propiciar un conjunto de acciones técnicas, tácticas, físicas, psicológicas y teóricas, que les permitan desenvolverse de manera efectiva en el fútbol, en especial las acciones físicas, haciendo mayor énfasis en el componente aeróbico, que es el tema del presente estudio. Tales acciones se adquirieron en los entrenamientos y competencias impartidas por los entrenadores, rivales, el mismo juego y todos aquellos agentes internos y externos del deporte que hacen que, día a día el jugador crezca como deportista e individuo.

Estudios desarrollados sobre el tema relacionado con el  $VO_{2max}$  en futbolistas jóvenes, indican que solo algunos jugadores presentan valores sobresalientes en esta capacidad, y la mayoría están en un nivel aceptable para su edad y desarrollo (Correa 2008, p.82); esto se correlaciona con el hecho de que la capacidad aeróbica evoluciona de manera natural, y que, a pesar de la carga de trabajo asociado con la práctica del fútbol, esta se encuentra determinada por la maduración y el estímulo de trabajo regular que se realice.

El presente estudio evaluó el consumo máximo de oxígeno y el porcentaje de grasa en futbolistas jóvenes pertenecientes a un club que compite en la liga antioqueña de fútbol; la variable  $VO_{2max}$  fue medida a través del test de Léger, el porcentaje de grasa se midió por Impedancia Bioeléctrica (IB) y la talla, peso e índice de masa corporal, con valoraciones antropométricas.

El consumo máximo de oxígeno es expresado en ml/kg/min, permitiendo conocer el  $VO_{2max}$  en cada sujeto. El test permite conocer, aparte del  $VO_{2max}$ , el número de etapas realizadas por los sujetos y el tiempo de duración en segundos.

## 1.1 Planteamiento del Problema

### 1.2 Preguntas de investigación

¿Cuál es el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) en futbolistas jóvenes del Club Deportivo John Valencia?

¿Cuál es el porcentaje de grasa de los futbolistas del Club Deportivo John Valencia?

¿Cuál es la talla, peso e índice de masa corporal de los futbolistas del Club Deportivo John Valencia?

### 1.3 Justificación

El fútbol de élite está compuesto por muchos factores que los deportistas, cuerpos técnicos y directivos, deben saber orientar, como las situaciones que se presentan, tanto en el campo de juego como por fuera de él. La alta competencia exige a los jugadores una preparación ideal de todos los componentes del rendimiento deportivo, sin aislar unos de otros, aunque el éxito en el desarrollo de estos componentes viene marcado por el trabajo que cada jugador tuvo en sus procesos de formación.

La práctica de la actividad física y el deporte en edades tempranas es de gran importancia en el desarrollo del niño, tanto en el aspecto físico como en el afectivo, social y cognitivo, ya que a través del movimiento y los juegos motores, vivenciará nuevas experiencias y estimulación en todos estos dominios.

La resistencia aeróbica es un elemento muy importante para los futbolistas, y también para los entrenadores deportivos, ya que, con los valores de referencia de los jugadores, se pueden estructurar procesos metodológicos interrelacionados con los contenidos de la planificación, y de esta manera tener éxito en la competencia.

La pertinencia y valor social de la investigación, está en cómo los entrenadores deportivos pueden conocer de manera indirecta el consumo máximo de oxígeno en futbolistas jóvenes, utilizando un protocolo de evaluación específico para este deporte. Cabe resaltar que existen más protocolos de evaluación para esta variable, pero, en vista de que el fútbol se caracteriza por ser un deporte con estímulos intermitentes, el test brinda esta especificidad.

Además, el estudio determinó el porcentaje de grasa de los futbolistas a través de la Impedancia Bioeléctrica (IB).

El estudio benefició a los futbolistas evaluados, que conocieron el nivel de su capacidad cardiorrespiratoria y composición corporal. Además, beneficiará a entrenadores deportivos y practicantes de este deporte.

#### 1.4 Objetivos

El presente estudio tuvo como objetivo principal establecer el consumo máximo de oxígeno en futbolistas jóvenes, a través del test de Léger, y determinar su porcentaje de grasa corporal.

##### *Objetivo general*

Establecer el consumo máximo de oxígeno, la talla, peso, índice de masa corporal y porcentaje de grasa en futbolistas del Club Deportivo John Valencia.

##### *Objetivos específicos*

- Establecer el  $VO_{2max}$  de los futbolistas del Club Deportivo John Valencia.
- Determinar el porcentaje de grasa de los futbolistas.
- Identificar la talla, peso e índice de masa corporal (IMC) de los futbolistas.
- Identificar las características sociodemográficas de los sujetos (edad, estrato socio-económico, experiencia deportiva y formación académica).

#### 1.5 Delimitación

El estudio describe la capacidad aeróbica máxima usando el test de Léger, expresando el  $VO_{2max}$  en ml/kg/min y la medición del porcentaje de grasa.

#### 1.6 Marco de Referencia

##### *Resistencia*

Según Weineck (2005, p.131), la resistencia es la capacidad del deportista para soportar la fatiga psicofísica. Por otra parte, Frey (1977, p.351) refiere la resistencia psíquica como la capacidad del deportista para soportar, durante el mayor tiempo posible, un estímulo que invita a interrumpir la carga; y la resistencia física, como la capacidad para soportar la fatiga, que posee el organismo en su conjunto, o algunos de sus sistemas parciales.

Según Heyward (2008, p.36), la resistencia es la capacidad del corazón, los pulmones y el aparato circulatorio, para aportar oxígeno y nutrientes con eficacia a los músculos que se ejercitan.

### *Manifestaciones de la resistencia*

En sus formas de manifestación, la resistencia se puede clasificar en distintos tipos, dependiendo del punto de vista adoptado. Desde el punto de vista de la musculatura implicada, se distingue entre resistencia general y local; desde el punto de vista de la adscripción a una modalidad, se distingue entre resistencia general y específica; desde el punto de vista del suministro energético muscular, se distingue entre resistencia aeróbica y anaeróbica; desde el punto de vista de la duración temporal, se distingue entre resistencia a corto, medio y largo plazo; y, finalmente, desde el punto de vista de las formas de trabajo motor implicadas, se distingue entre resistencia de fuerza, resistencia de fuerza rápida y resistencia de velocidad (Weineck, 2005, p.131).

### *Resistencia general*

Implica más de una sexta o séptima parte del total de la musculatura esquelética (la musculatura de una pierna, por ejemplo, supone casi una sexta parte de la masa muscular en su conjunto) y está limitada sobre todo por el sistema cardiovascular-respiratorio (limitación reflejada en el consumo máximo de oxígeno) y por el aprovechamiento periférico del oxígeno (Gaisl, 1977, p.240).

### *Resistencia local*

Supone una participación de entre algo menos de un séptimo y un sexto de la masa muscular total, y está determinada no solo por la resistencia general, sino también, y sobre todo, por la fuerza específica, la capacidad anaeróbica y las manifestaciones de la fuerza limitadas por la capacidad anaeróbica, como la resistencia de la velocidad, de la fuerza y de la fuerza rápida; también está determinada por la calidad de la coordinación neuromuscular (técnica) específica de la disciplina (Haber, 1977).

### *Resistencia general adscrita a una modalidad*

En la práctica del deporte, se habla de una resistencia general frente a una específica. En esta antítesis, la resistencia general, denominada también resistencia de base, se refiere al estado de forma con independencia de la modalidad deportiva. Según Vasconcelos (2000, p.63) existen tres tipos de expresión de la resistencia de base:

- *Resistencia de base I*: con una actividad (medios de entrenamiento) independiente de la modalidad.

- *Resistencia de base II*: con una actividad dependiente de la modalidad, quedándose a medio camino del entrenamiento propio de la especialidad. Por ejemplo, nadar una distancia larga en crol para un especialista de mariposa.
- *Resistencia de base acíclica*: con una carga de entrenamiento alternativa (rápido-suave) como es el caso del waterpolo.

Según Weineck (2005, p.134) una resistencia de base bien, o suficientemente desarrollada, es, en todas las modalidades, un requisito previo básico para incrementar la capacidad de rendimiento deportivo, y produce los siguientes efectos:

- *Aumento de la capacidad de rendimiento físico*: una resistencia de base bien desarrollada, influye favorablemente sobre el propio rendimiento de competición (resistencia general y específica), y también sobre la capacidad de carga en el entrenamiento (resistencia general).
- *Optimización de la capacidad de recuperación*: el organismo del deportista entrenado en resistencia, elimina con mayor velocidad las sustancias producidas por la fatiga y compensa de forma más eficaz los bloqueos energéticos, lo que permite planificar un entrenamiento más intenso y participar más activamente en los juegos deportivos. Además, el deportista se recupera con mayor rapidez después del entrenamiento y la competición.
- *Minimización de lesiones*: los deportistas mejor entrenados se lesionan con menos frecuencia, en comparación con los que se fatigan pronto. En los primeros, el comportamiento elástico de tendones y músculos, organizados por el sistema reflejo, no sufre restricciones, lo que implica una protección de máxima eficacia contra lesiones.

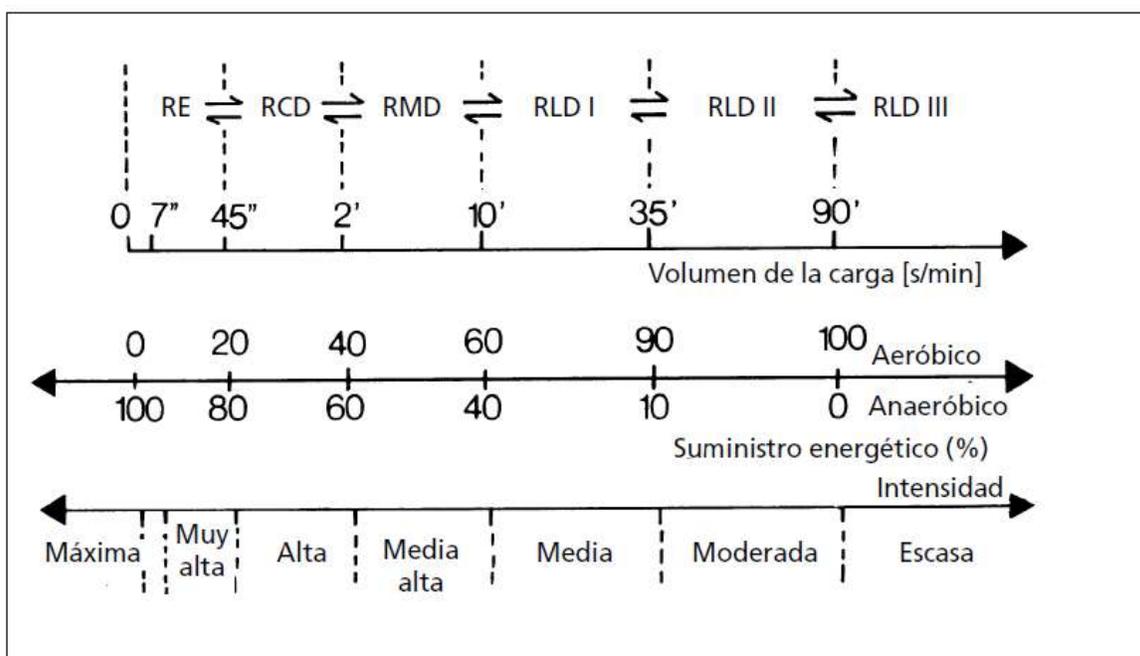
### *Resistencia específica*

Según Vasconcelos (2000, p.63) se han adaptado un conjunto de datos para formular un criterio que diferencia la práctica del entrenamiento a la de competición, según Zintl (1991, p.42) con los siguientes aspectos:

- *Duración de la carga*: considerando, la intensidad máxima en trabajos dinámicos.
- *Intensidad de la carga*: tomando como referencia los valores medios de la frecuencia cardiaca/min, el porcentaje de  $VO_{2max}$ , los O<sub>2</sub> valores de lactato sanguíneo, y el desgaste energético por unidades de tiempo (kg/kcal/min).
- *Vía energética*: tomando como referencia la relación global aerobia, anaerobia, el proceso de degradación más común (AN-AL, AN-LA Y AE) y los sustratos energéticos decisivos (fosfatos, glucógeno, grasas y proteínas).

### Suministro energético muscular

Desde el punto de vista del suministro energético, se distingue además entre resistencia aeróbica y anaeróbica. Con la resistencia aeróbica se dispone de suficiente oxígeno para la combustión oxidativa de los productos energéticos; con la resistencia anaeróbica, el aporte de oxígeno, debido a una intensidad de carga elevada, sea por una frecuencia de movimientos elevada o por una aplicación intensa de fuerza, resulta insuficiente para la combustión oxidativa, y el suministro energético tiene lugar sin oxidación (Weineck, 2005, p.131; Zintl, 1991 p.33).



**Figura 1.** Las diferentes capacidades de la resistencia en relación con el suministro energético, el volumen y la intensidad de la carga. RE= resistencia específica para una modalidad deportiva, RCD= resistencia de corta duración, RMD= resistencia de media duración, RLD= resistencia de larga duración (Weineck, 2005, p.132).

### Duración temporal

Desde el punto de vista de la duración temporal, se distingue entre resistencia a corto (RCD), medio (RMD) y largo plazo (RLD). En la RCD se incluyen las cargas de resistencia máximas de entre 45 segundos y 2 minutos, que se cubren sobre todo con el suministro energético anaeróbico. La RMD es el segmento de una producción energética aeróbica creciente, correspondiendo a cargas de entre 2 y 8 minutos. La RLD agrupa a todas las cargas que superan los 8 minutos, basadas casi exclusivamente en la producción energética aeróbica (Keul, 1975, p.632).

## *Factores metabólicos*

### *Metabolismo de los fosfágenos*

El ATP (ADP+Fosfato) y la fosfocreatina, pertenecen al grupo de los denominados fosfágenos o fosfatos de alta energía, del cual forman parte también otros compuestos equivalentes desde un punto de vista energético. El metabolismo de los fosfágenos, o de los fosfatos de alta energía, proporciona la energía necesaria para la contracción muscular al inicio de la actividad y durante ejercicios explosivos, muy breves y de elevada intensidad (López & Fernández, 2006, p.187).

- *Adenosín trifosfato (ATP)*: según López & Fernández (2006, p.187) es la fuente de energía más rápida o inmediata. La célula muscular dispone de cierta cantidad de ATP que debe mantenerse constante, para permitir la función muscular.
- *Fosfocreatina*: a diferencia de lo que ocurre con el ATP, la fosfocreatina experimenta un marcado descenso en su concentración durante el ejercicio. Este descenso está directamente relacionado con la tasa de reposición de ATP o la intensidad del ejercicio (López y Fernández, 2006, p.187).

### *Hidratos de carbono*

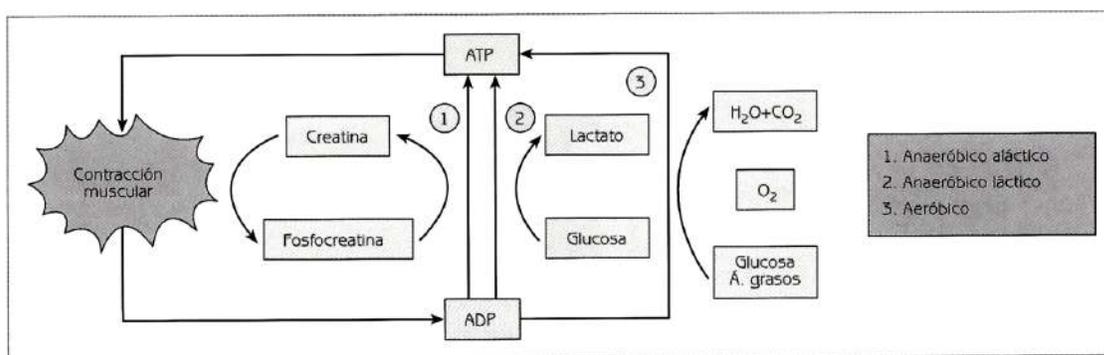
Los hidratos de carbono (siendo más precisos, la glucosa) permiten la obtención de energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. La glucosa es el único sustrato que la célula es capaz de utilizar para la obtención de energía, con o sin la presencia de oxígeno (López & Fernández, 2006, p.188).

El proceso por el cual las células obtienen energía de la glucosa en condiciones anaeróbicas, se denomina glucólisis. El producto final de este proceso dentro de la célula es la producción de ácido láctico (o de lactato, ya que realmente la constante de disociación de ácido láctico (pK) hace que en condiciones fisiológicas, éste se disocie inmediatamente en el medio interno en un ión lactato y un hidrogenión) (López & Fernández, 2006, p.188).

Por otra parte, la obtención de energía a partir de la glucosa en condiciones aeróbicas, engloba diversos procesos metabólicos celulares, que implican a la actividad mitocondrial. Inicialmente, la glucosa experimenta las reacciones iniciales de la glucólisis anaeróbica, si bien el paso final en el que el piruvato se transforma en lactato no tiene lugar. En su lugar, el piruvato se introduce en la mitocondria, y tras sufrir una transformación se incorpora al ciclo de los ácidos tricarbónicos o ciclo de Krebs. Posteriormente, la obtención mayoritaria de energía se produce en el proceso denominado fosforilación oxidativa (López & Fernández, 2006, p.188).

De acuerdo con López & Fernández (2006, p.246), el deportista debe consumir a diario cantidades suficientes de hidratos de carbono por varios motivos, entre ellos para obtener un balance positivo de glucógeno y así aumentar sus reservas musculares. No se debe olvidar que el glucógeno muscular es intranferible, y que el rendimiento y la duración del esfuerzo dependen directamente de las reservas.

Durante el trabajo mecánico, el músculo consume energía que obtiene de la combustión de sustratos ricos en energía. Estos sustratos pueden encontrarse almacenados directamente en la célula muscular en forma de glucógeno o gotas de triglicérido, o bien son transportados por el torrente sanguíneo desde el depósito de glucógeno del hígado, o desde el tejido graso subcutáneo hasta la célula muscular que trabaja (Weineck, 2005, p.137).



**Figura 2.** Sistema de producción de ATP en el músculo esquelético (López & Mojares, 2008, p.5).

No obstante, según Weineck (2005, p.139), la carencia de hidratos de carbono y el descenso del azúcar en la sangre, reducen no sólo la capacidad de rendimiento físico, sino también la capacidad de rendimiento del sistema nervioso central, este último proceso se manifiesta en forma de empeoramiento de las capacidades de percepción, anticipación y reacción, menor velocidad de acción, pérdida de motivación y trastornos en el ámbito de la regulación motora.

### Las grasas

Los lípidos almacenados en el organismo representan la principal reserva energética, y constituyen una fuente casi inacabable de energía durante el ejercicio físico, ganando protagonismo en cuanto a su utilización como fuente energética, a medida que el ejercicio realizado aumenta su duración (López & Mojares, 2008, p.7).

La utilización de los lípidos como fuente energética tiene consecuencias metabólicas determinantes, como el ahorro de glucógeno muscular y hepático, que incide en la capacidad de resistencia del organismo. Los ácidos grasos que utiliza la célula muscular como combustible puede obtenerse de los triglicéridos almacenados en el tejido adiposo o en el propio músculo, así como de las lipoproteínas circulantes (López & Mojares, 2008, p.7).

Independientemente de la procedencia de los ácidos grasos, una vez en el interior del miocito, y antes de ser oxidados, experimentan un proceso de activación por el cual elevan su nivel energético, para posteriormente ceder su energía. Este proceso tiene lugar en el sarcoplasma, y consiste en la unión de una coenzima A (CoA) al ácido graso, dando lugar al complejo acil-CoA. El acil-CoA puede, según las necesidades celulares, reesterificarse y almacenarse en forma de triglicéridos en la propia célula muscular, o bien oxidarse (López & Mojares, 2008, p.8).

Los lípidos de la dieta se hallan constituidos prácticamente en su totalidad (95%) por glicéridos (acilgliceroles) resultantes de la esterificación de la glicerina con ácidos grasos. La fracción restante está constituida por un heterogéneo conjunto de sustancias (fosfolípidos, colesterol, vitaminas liposolubles, ceras, esteroides, etc.) cuya única característica común es su no solubilidad en agua y en otros solventes polares (por la abundancia de grupos de naturaleza apolar en su estructura) (Barbany, 2002, p.48).

### *Las proteínas*

Según Barbany (2002, p.52), los aminoácidos pueden ser utilizados como fuente adicional de suministro energético al músculo siguiendo varias vías:

- Incorporación a las vías oxidativas de la glucosa y los ácidos grasos o directamente intermediarios del ciclo de Krebs, como el malato y oxalacetato. De las diversas posibilidades que se ofrecen, la más utilizada es el ciclo alanina-glucosa.
- Incorporación de los aminoácidos como sustratos de vías gluconeogénicas.

La oxidación de los aminoácidos puede llegar a representar el 5% del total energético utilizado por la fibra muscular en el transcurso de ejercicios de duración prolongada. Por este motivo, se registra un incremento de la actividad proteolítica, probablemente a expensas de algunas proteínas modificadas o alteradas durante el propio ejercicio intenso. El aminoácido más utilizado es la alanina (en la que pueden convertirse los demás) u otros aminoácidos, incluso los de carácter esencial como la leucina o cíclicos.

Para ser metabolizados, los aminoácidos deben sufrir un proceso de desaminación que rinde  $\text{NH}_3$ . Por su elevada toxicidad, debe ser eliminado por urea o directamente como tal por la orina.

### *Factores fisiológicos*

#### *Consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ )*

Es el criterio básico de la capacidad de rendimiento en resistencia, y refleja la eficacia funcional de este sistema en su conjunto. El consumo máximo de oxígeno se suele indicar en relación con el peso corporal (Weineck, 2005, p.144).

Diéguez (2004, p.38) manifiesta que el  $VO_{2max}$  es el volumen máximo de  $O_2$  que extraemos del aire inspirado, que va a ser transportado por la sangre gracias a la hemoglobina, para que músculos y otros tejidos no activos lo utilicen.

Por otra parte, García (2005, p.75) señala que a la cantidad máxima de energía que puede suministrar el metabolismo aeróbico, por unidad de tiempo, se le denomina potencia aeróbica máxima.

### *Frecuencia cardíaca*

Billat (2002, p.86) afirma que la frecuencia cardíaca da una indicación fiable de la intensidad relativa del ejercicio de al menos 2 minutos (duración mínima para la cual la frecuencia cardíaca es el reflejo del metabolismo aeróbico).

### *La sangre*

Según Weineck (2005, p.146) las concentraciones relativas de eritrocitos (glóbulos rojos) y hemoglobina (sustancia que da coloración roja a los glóbulos) y su morfología, no experimentan cambios significativos en el transcurso del entrenamiento deportivo. La cantidad de sangre, y el total de la hemoglobina disponible, están en estrecha correlación con la capacidad de los procesos metabólicos (expresada por el consumo máximo de oxígeno). El aumento del rendimiento en el transcurso de un entrenamiento de resistencia se refleja también en el incremento del volumen sanguíneo. Este último se debe, sobre todo, a un mayor volumen plasmático (Schüler, 1970, p.106).

### *El corazón*

El músculo cardíaco, en contraposición con el músculo esquelético, mantiene una actividad ininterrumpida. Por tanto, su trabajo de contracción depende casi exclusivamente de la obtención de energía aeróbica, más económica. El aumento de tamaño del corazón es una condición previa esencial para la ampliación del volumen sistólico (VS), y por tanto para el ascenso pronunciado de la capacidad de consumo de oxígeno, necesaria para las cargas de entrenamiento (Weineck, 2005, p.146).

Por otra parte, García (2005, p.101) afirma que el corazón proporciona el impulso del flujo sanguíneo. El músculo del corazón, el miocardio, es un tipo de músculo estriado similar al músculo esquelético. El músculo cardíaco es único porque tiene la capacidad de generar y mantener su propio ritmo. Si se le dejase a este ritmo inherente, el corazón latiría firmemente entre 70 y 80 veces cada minuto.

### *Los pulmones*

En circunstancias normales, el volumen pulmonar y la capacidad de difusión no son factores limitadores del rendimiento con cargas de resistencia (Keul, 1978). A esto se añade una hipertrofia por actividad de la musculatura respiratoria, y una economía de la función respiratoria, caracterizadas por una mayor profundidad del aliento y una menor frecuencia respiratoria en reposo y bajo cargas submáximas (Weineck, 2005, p.149).

Según Sergeyevech & Dmitriyevich (2001, p.52) durante una carga física prolongada, una de las funciones principales que determinan el rendimiento es el transporte de oxígeno del medio ambiente a las mitocondrias, con una rapidez adecuada a las necesidades de los músculos. Además, la función de transporte de oxígeno, que cumple la ventilación pulmonar y la impulsión cardíaca, está relacionada estrechamente con la capacidad de los músculos para consumir oxígeno.

### *Factores psicológicos*

El componente psicológico del rendimiento es de vital importancia a la hora de planear, estructurar y ejecutar las sesiones de entrenamiento, ya que la atención, motivación, concentración y predisposición de los deportistas debe ser absoluta. En las sesiones de entrenamiento se busca una excitación óptima del sistema nervioso central, para conseguir una concentración en la tarea principal, y se busca, igualmente, desencadenar una situación favorable al contenido del programa de entrenamiento (Vasconcelos, 2000, p.156). López & Fernández (2006, p.472) resaltan la importancia de factores psicológicos tales como la determinación para hacer frente al dolor físico y al desánimo durante el esfuerzo competitivo y las sesiones repetidas de entrenamiento.

### *Valoración del $VO_{2max}$*

Según Bazán (2014, p.1), el componente aeróbico juega un papel fundamental, tanto en lo relativo al deporte de rendimiento, como en el deporte-salud; para cuantificarlo, es necesario el conocimiento de las pruebas de valoración de la capacidad aeróbica y las consideraciones estadísticas de validez de los datos obtenidos.

### *Métodos directos para la determinación del $VO_{2max}$*

Se utilizan analizadores de gases, que permiten recoger el aire espirado, con lo cual se obtienen parámetros en tiempo real. La tendencia moderna de evaluación, obliga a la realización de mediciones directas en campo, con lo que la especificidad de los datos obtenidos ofrece la más alta confiabilidad (Bazán, 2014, p.1).

### *Métodos indirectos para la determinación del $VO_{2max}$*

Son relaciones lineales y estimaciones sobre ciertas funciones orgánicas evaluadas por los test directos. Los errores son mayores, pero el costo es mucho menor (Bazán, 2014, p.1).

#### *Test de Luc Léger o Course Navette*

Léger *et al.* (1988, p.93) lo describen como un test máximo de 20 metros para predecir el  $VO_{2max}$ , que se realiza en carreras de 20 metros continuos (ida y vuelta) según el ritmo que marca el protocolo de evaluación. El ritmo es guiado por una señal sonora. Al iniciar la señal, el ejecutante corre hasta la línea contraria ubicada a veinte metros, la pisa, da media vuelta y espera la siguiente señal para volver a desplazarse. El ejecutante debe intentar seguir el ritmo hasta el rechazo. La velocidad del test aumenta cada 60 segundos.

De acuerdo con Bazán (2014, p.4) los sujetos deben recorrer ida y vuelta en un espacio de 20 metros siguiendo un ritmo mediante señales acústicas que aumentan progresivamente. Se trata de un test máximo y progresivo. El atleta debe correr hasta la línea contraria, pisarla y esperar escuchar la segunda señal para volver a desplazarse. A cada periodo rítmico se le denomina palier o periodo, y tiene una duración de 1 minuto, dependiendo del protocolo. La velocidad inicial es de ocho kilómetros por hora, y aumenta medio kilómetro por hora cada palier hasta que los sujetos no puedan seguir el ritmo, lo que detiene el test. El test finaliza en el momento en el que el ejecutor no pueda pisar la línea en el momento que lo marque el sonido. Se anotará el último periodo o mitad de periodo escuchado.

**Tabla 1.** Course Navette – palier de 1 minuto (Bazán, 2014, p.4).

Palier (minutos)	Velocidad (km/h)	Tiempo fraccionado (segundos)	Distancia (metros)
1	8,5	9,00	133
2	9	8,00	283
3	9,5	7,58	441
4	10	7,20	608
5	10,5	6,86	783
6	11	6,54	966
7	11,5	6,26	1158
8	12	6,00	1358
9	12,5	5,76	1566
10	13	5,54	1783
11	13,5	5,33	2008
12	14	5,14	2241
13	14,5	4,97	2483
14	15	4,80	2733
15	15,5	4,64	2991
16	16	4,50	3258
17	16,5	4,36	3533
18	17	4,23	3816

Palier (minutos)	Velocidad (km/h)	Tiempo fraccionado (segundos)	Distancia (metros)
19	17,5	4,11	4108
20	18	4,00	4408
21/23	18,5	3,90	

Según Bazán (2014, p.4), en jóvenes de ocho a dieciocho años, se emplea la fórmula:

$$\text{VO}_2 \text{ Máximo} = 31.025 + 3.238 X - 3.248 A + 0.1536 A X$$

X= velocidad a la que se paró el sujeto (km/h)

A= edad

Para sujetos mayores de 18 años se aplica la fórmula:

$$\text{VO}_2 \text{ Máximo} = -27.4 + (6.0 \times X)$$

#### *Composición corporal*

Según Cruz *et al.* (2009, p.166) la estimación de la composición corporal es importante para la determinación del estado nutricional, tanto en condiciones de salud como de enfermedad de las personas. Para la valoración de la composición corporal han sido desarrollados y validados algunos métodos, entre los cuales se destacan las técnicas antropométricas y la bioimpedancia eléctrica como métodos de campo de fácil aplicación, buena reproducibilidad y escaso costo.

#### *Antropometría*

La antropometría se refiere a las diferentes medidas del tamaño y las proporciones del cuerpo humano. Las mediciones antropométricas permiten estimar la densidad corporal, y a partir de este valor podemos calcular el porcentaje de grasa corporal (%GC), y por derivación, la masa libre de grasa (MLG) (Cruz *et al.* 2009, p.166).

#### *Medición de pliegues cutáneos*

El método de pliegues se usa para estimar la composición corporal (CC) en múltiples poblaciones y con diferentes características, como son los niños, los adultos y los deportistas. Este método se basa en la medida del espesor de tejido subcutáneo adiposo en lugares bien definidos y protocolizados, y por ecuaciones en las medidas de pliegues, usan dos o más pliegues de grasa para predecir la densidad corporal y posteriormente calcular el porcentaje de grasa corporal (Cruz *et al.* 2009, p.166).

### *Métodos de medición – Bioimpedancia Eléctrica*

Existen varios métodos para la medición de la composición corporal, entre ellos la bioimpedancia eléctrica, que consiste, según Alvero *et al.* (2005, p.47) en medir la oposición al flujo de una corriente por el cuerpo entero. La resistencia al flujo presente será más grande en individuos con cantidades grandes de tejido adiposo, dado que este es un conductor pobre de la electricidad debido a su bajo volumen de agua relativo. La bioimpedancia asume que el cuerpo es un cilindro conductor con una longitud proporcional a la altura del sujeto (Ht), variable que puede incluirse en todas las fórmulas de estimación, así como la resistencia (R) y la reactancia (X). Los cambios en el volumen extracelular y la concentración de electrolitos tendrán su variación en el valor de R y X.

### *Ecuaciones para el cálculo de la composición corporal*

Las siguientes ecuaciones fueron tomadas del *Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo*, documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte (Cruz *et al.* 2009, p.171).

- **Protocolo de Faulkner**

La ecuación de Faulkner es muy utilizada en el ámbito de la cineantropometría en España y en países Latinoamericanos. Se deriva de la ecuación de Yuhasz, que Faulkner modifica tras un estudio a un grupo de nadadores: **% Peso Graso = 0,153\*(PI Tri + PI Sub + PI Sesp + PI Abd) + 5,783** (PI Tri: Pliegue del tríceps en mm; PI Sesp: Pliegue supraespinal en mm; PI Abd: Pliegue abdominal en mm).

- **Protocolo de Yuhasz**

De acuerdo con Cruz *et al.* (2009, p.171), la fórmula de Yuhasz, es de las más utilizadas para deportistas. La fórmula para los hombres es: **% grasa = 0,1051 + sum X + 2,585** (suma x= suma pliegues Tríceps, Subescapular, Supra ilíaco, Abdominal, Muslo anterior y pantorrilla).

- **Protocolo de Carter**

La ecuación se deriva de Yuhasz, que Carter modifica y la aplica para deportistas olímpicos: **% Peso graso = 0,1051\*(PI Tri + PI Sub + PI Sesp + PI Abd + PI MA + PI PM) + 2,58** (PI Tri: Pliegue de tríceps en mm; PI Sub: Pliegue subescapular en mm; PI Sesp: Pliegue supraespinal en mm; PI Abd: Pliegue abdominal en mm; PI MA: Pliegue muslo anterior en mm; PI PM: Pliegue pierna medial en mm).

- **Masa ósea**

Según Cruz *et al.* (2009, p.171) se proponen dos ecuaciones: la de Rocha, para niños, y la de Martín, para adultos. Ecuación de Rocha: **Masa Ósea (kg) = 3,02\* (Talla<sup>2</sup>\*DM\*DF\*400)0,712** (Talla en metros; DM: diámetro de la muñeca en metros; DF: diámetro del fémur en metros; Ecuación de Martín: **MO (kg) = 0,00006\*Talla\*(DH+DM+DF+DT)<sup>2</sup>** (Talla en cm; DH: diámetro de húmero en cm; DM: diámetro de muñeca en cm; DF: diámetro de fémur en cm; DT: diámetro de tobillo en cm).

- **Masa muscular esquelética (MME)**

Se propone la fórmula de Lee, que consiste en: **MME (kg) = Talla\*(0,00744\*PBC<sup>2</sup> + 0,00088\*PMC<sup>2</sup> + 0,00441\*PGC<sup>2</sup>) + (2,4\*sexo) – 0,048\*(E) + etnia +7,8** (PBC: Perímetro brazo corregido = Perímetro brazo relajado – (3,1416\*(Pliegue tríceps/10)); PMC: Perímetro muslo corregido = Perímetro del muslo – (3,1416\*(Pliegue muslo ant/10)); PGC: Perímetro gemelar corregido = Perímetro gemelar – (3,1416\*(Pliegue pierna medial/10)); Sexo: Mujeres=0; Hombres=1; E: Edad en años; Etnia: “-2”: asiáticos; “1.1”: afro-americanos; “0”: caucásicos e hispánicos; Talla en metros; Perímetros en cm; Pliegues en mm).

## 1.7 Antecedentes

Un estudio desarrollado en España por Ramírez *et al.* (2012, p.752) concluyó que la eficacia de un programa de entrenamiento de 8 semanas se dio gracias a la alta intensidad de las sesiones (75-80% de FC), y no, por tanto, a la frecuencia semanal de las mismas. Hacen referencia a esto porque el grupo experimental 2 (G2S) realizó 2 sesiones por semana, mientras que el grupo experimental 3 (G3S) realizó 3 sesiones por semana.

Correa (2008, p.74), en estudio realizado en Bogotá, evidenció que solo algunos jugadores jóvenes presentan valores sobresalientes en el consumo máximo de oxígeno (48/ml/kg/min), y la mayoría está en un nivel aceptable para su edad y desarrollo.

De igual forma, Murillo & Tapias (2014, p.66) encontraron que los deportistas de la Academia Deportivo Cali se encuentran por encima de los promedios correspondientes a sus grupos de edades (47,4 ml/kg/min).

Así mismo, Prieto (2006), en estudio desarrollado en fútbol sala, encontró que la edad de los futbolistas no parece afectar al valor de los aspectos del rendimiento analizados. De este modo, se sospecha, tal y como señala la bibliografía, que son las categorías inferiores a la

juvenil las encargadas de la correcta construcción de las cualidades físicas básicas (Prieto, 2006).

En el estudio desarrollado por García *et al.* (2007, p.31) en España, se encontró que al comparar el  $VO_{2max}$  entre cada uno de los grupos de estudio, aparece en el grupo de 1º de bachillerato unos valores significativamente mayores (46/ml/kg/min) en comparación con el resto de cursos.

En Chile, Luarte (2014, p.19) encontró que la fuerza explosiva, la velocidad y la resistencia tienden a mejorar según avanza la edad cronológica desde los 12 a los 15 años, pero no de manera significativa en todas las edades estudiadas, por lo que la edad cronológica no es el único factor a considerar.

La investigación realizada en España por Sánchez *et al.* (2014, p.174) indica que la intervención mediante motivación, refuerzos positivos y correcciones por parte del entrenador durante un juego en espacio reducido de 3 contra 3 en 20 x 15 m, conlleva a una mayor intensidad de trabajo (90-95% de  $FC_{max}$ ) en futbolistas alevines, estimulando de esta manera su capacidad aeróbica.

Zouhal *et al.* (2013, p.219) en estudio realizado en Francia, demostraron que el ejercicio integrado del método Hoff track (que consiste en realizar en un circuito específico del fútbol de 4 series de 4 minutos, de conducción del balón a una intensidad de 90-95% de la  $FC_{max}$  por las estaciones establecidas del circuito, con periodos de trabajo separados por 3 minutos de trote al 70% de la  $FC_{max}$ ) induce a mayor carga fisiológica (frecuencia cardiaca máxima, concentración de lactato en sangre) que el ejercicio intermitente en línea (15s/15s).

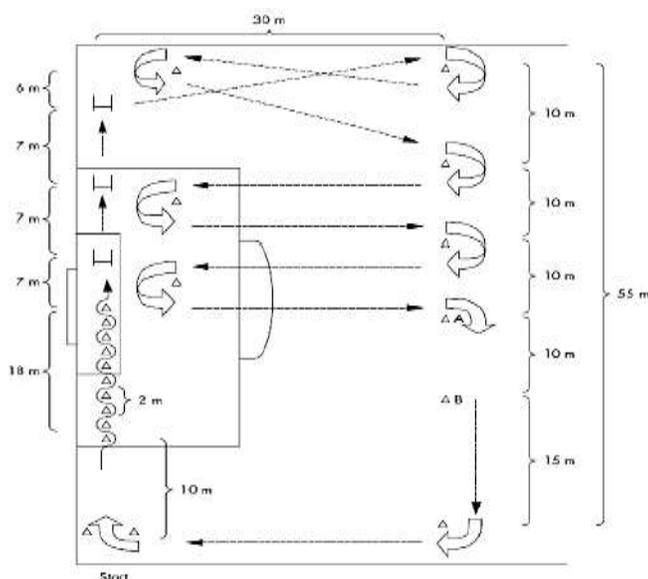


Figura 1. Circuito específico del fútbol (Hoff *et al.*, 2002).

De igual manera, Antivero *et al.* (2010, p.185) concluyeron que el  $VO_{2max}$  se correlaciona en forma significativa con la distancia recorrida a alta intensidad, interpretada esta última como la sumatoria por sobre la velocidad media entre 15 y 16 km/h. La 4<sup>ta</sup> división del Club Atlético Tucumán de Argentina registró las mayores correlaciones de  $VO_{2max}$  56,5 ml/kg/min con distancia mayor a 16 y 18 km/h.

Muñoz & Jiménez (2008, p.19) concluyeron que un plan de entrenamiento de 20 sesiones basado en el método continuo invariable, influye en el desarrollo de la resistencia aeróbica (54,9 ml/kg/min) en jugadores jóvenes de la Universidad de Antioquia de Medellín, Colombia.

Dunat *et al.* (2010) concluyeron que los futbolistas juveniles del club Atlético Tucumán de Argentina presentan altos valores de  $VO_{2max}$  (60,96 ml/kg/min), lo que significa que su desarrollo en cuanto a la capacidad de transportar y consumir oxígeno es muy adecuado.

Guzmán & Jiménez (2014, p.84) concluyeron que un plan de entrenamiento de 5 semanas estructurado a partir del método continuo variable tipo II, mejoró de manera significativa el  $VO_{2max}$ , y además encontraron mejoras del 9,52% en jugadores juveniles del Centro de Formación Deportiva La Nororiental de Medellín.

En España, se ha calculado que la distancia media cubierta por un futbolista de élite en un partido de fútbol es aproximadamente de 11 km, con una velocidad media de 7.3 km por hora. Y la producción de energía aeróbica en los jugadores puede estimarse alrededor del 70% del consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ). Conviene advertir que todos estos valores son cambiantes con la posición que ocupa el jugador en el equipo (Macaya & López, 2009, p.601).

Mercé *et al.* (2003, p.202) en estudio realizado en Valencia España con futbolistas juveniles, encontró que los jugadores cadetes, al realizar la prueba de consumo máximo de oxígeno, alcanzan un mayor número de etapas (8,73) que los alevines e infantiles.

Wisløff *et al.* (2001, p.1197), en estudio llevado a cabo en Inglaterra, demostraron que los jugadores de fútbol juvenil pueden beneficiarse del entrenamiento aeróbico para atenuar la disminución inducida por la fatiga en la capacidad de pases cortos, después de series de 4 minutos en ejercicios intermitentes de alta intensidad. En el estudio, el grupo experimental –que realizó el método intermitente de alta intensidad por 4 semanas– presentó mejores valores de  $VO_{2max}$  (58/ml/kg/min) en comparación con el grupo control –que realizó ejercicios técnicos y tácticos a baja intensidad (56/ml/kg/min)–, medidos a través del Yo-Yo test.

Casajús & Aragonés (1991, p.5) en estudio desarrollado en España, evaluaron a 16 futbolistas de la selección española y concluyeron que, en el futbolista de élite, utilizando la fórmula

de Yuhasz para el porcentaje de grasa, debe ser de 7,9%, y el somatotipo del futbolista de élite es mesomórfico dominante.

Jorquera *et al.* (2012, p.250) concluyeron que los futbolistas jóvenes presentan diferencias en la composición corporal con respecto a futbolistas profesionales. Se determinó la forma corporal de los sujetos a través del método del somatotipo de Carter (Carter & Heath, 1990; Carter, 2002; Jorquera *et al.*, 2012, p.248). Una de estas diferencias es la masa muscular, donde los jugadores profesionales tienen entre 6,8 y 11,2 kg más de masa muscular total que las categorías sub 16, y entre 5,6 y 10 kg más de masa muscular total que las categorías sub 17.

Rivera (2006, p.26), en investigación realizada con 21 futbolistas universitarios en México, estos registran un perfil antropométrico y somatotipo propio de un deportista, pero muestran diferencias notables respecto a los futbolistas profesionales, presentando mayor adiposidad y porcentaje de grasa corporal. Además, resalta que se deben incorporar valoraciones funcionales, como las capacidades físicas, las cuales, en conjunto con la determinación del somatotipo, podrían asegurar la información más acertada sobre el estado morfológico y funcional del atleta.

Ramos (2010, p.52) en estudio desarrollado en Colombia con las divisiones menores de Millonarios FC y América de Cali, sobre el componente morfológico, indicó mejores resultados para los jugadores de América en todos los grupos, mostrando promedios más altos en dimensiones corporales totales, composición corporal (excepto el tejido graso, mayor en los jugadores de Millonarios FC) y somatotipo, con mejor desarrollo de mesomorfia (2,6; 4,4; 3,2; 0,5; 2,9).

## 2. Metodología

### *Tipo de estudio*

Estudio cuantitativo, de tipo descriptivo y de corte transversal, porque las mediciones se realizaron en un momento específico.

### *Población y muestra*

La población fueron los futbolistas del Club Deportivo John Valencia, que compiten en las categorías sub 13 y sub 14 en los torneos departamentales organizados por la Liga Antioqueña de Fútbol. La muestra estuvo conformada por 20 jóvenes pertenecientes a estas categorías.

### *Reclutamiento*

Se citó a una reunión a los padres de familia y a los futbolistas para explicarles los objetivos y procedimientos de la investigación. Posteriormente, se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión y se entregó el asentimiento informado a cada uno de los padres y deportistas para que los leyeran, y si estuvieran de acuerdo lo firmaran (Ver asentimiento informado en el Apéndice 1).

### *Muestreo*

El estudio es no probabilístico, debido a que la información se recogió de un grupo conformado a conveniencia.

### *Criterios de selección*

#### *Criterios de inclusión*

Futbolistas que compiten en los torneos organizados por la Liga Antioqueña de Fútbol, con experiencia mínima de 1 año en la práctica del fútbol, sin molestias ni lesiones físicas al momento de ser evaluados con el test de Léger, con edad entre 13 y 14 años, con aceptación de su participación en el estudio mediante la firma del asentimiento informado por parte de los padres de familia, y con certificado de afiliación al servicio de salud EPS o SISBEN.

#### *Criterios de exclusión*

Inasistencia a las pruebas o incapacidad física al momento de ejecutarlas, experiencia menor a 1 año en la práctica del fútbol, no apto para realizar actividad física según la evaluación médica, no tener certificado de afiliación al servicio de salud EPS o SISBEN, o no estar inscrito con el club en las categorías en las cuales se va a competir en la Liga.

### *Recolección de datos*

#### *Variables sociodemográficas*

- **Edad**
- **Estrato socioeconómico:** categorización con base en las características de una vivienda y su entorno urbano o rural, estando clasificados de 1 a 6 (DANE, 2015, p.1-7).
- **Formación académica:** grado o nivel de educación de una persona (MEN, 2010).
- **Experiencia deportiva:** número mínimo de años que los sujetos llevan entrenando de manera regular.

Estas variables se recolectaron por medio de encuesta (ver apéndice 2).

### Variables antropométricas y composición corporal

- **Talla:** altura de un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones, en posición “firmes”, y se mide en centímetros (cm), (SSM, 2002, p.17).
- **Masa:** magnitud física que expresa la cantidad de materia de un cuerpo, medida por su inercia, que determina la aceleración producida por una fuerza que actúa sobre él, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo (kg), (RAE, 2016).
- **Masa grasa (MG) y masa magra (MM):** la cantidad de grasa corporal se cuantifica por la medición de la masa grasa y la masa libre de grasa de un sujeto. La MG contiene todos los lípidos del cuerpo; la masa libre de grasa consiste de todos los tejidos que incluyen agua, músculo, conectivos, huesos y órganos internos. Comúnmente se utilizan los términos masa libre de grasa y masa magra para un mismo significado, pero hay una diferencia, y es que la MM contiene una pequeña porción de grasa, en cambio la MLG no (Acero, 2002, p.105).

### Consumo Máximo de Oxígeno VO<sub>2max</sub>

El consumo máximo de oxígeno fue medido a través del test de Léger, utilizando la fórmula para sujetos menores de 18 años. Este test tiene una confiabilidad de 0,84 (García *et al.*, 1996, p.268).

$$VO_{2max} = 31.025 + 3.238 X - 3.248 A + 0.1536 A X$$

X= velocidad a la que se paró el sujeto (km/h)

A= edad

### Operacionalización de variables

En la tabla 2 se muestran las variables evaluadas en el presente estudio.

**Tabla 2.** Operacionalización de variables.

Variable	Escala de medición	Unidad de medición
Consumo máximo de oxígeno	Cuantitativa de razón	ml/kg/min
Porcentaje de grasa	Cuantitativa de razón	%
Talla	Cuantitativa de razón	cm
Peso	Cuantitativa de razón	Kg
IMC	Cuantitativa de razón	Kg/m <sup>2</sup>
Edad	Cuantitativa de razón	Años
Estrato socioeconómico	Cualitativa ordinal	Nivel 1, 2, 3, 4, 5, 6.
Formación académica	Cuantitativa	Años de educación formal
Experiencia deportiva	Cuantitativa de razón	Años

### *Control de sesgos*

#### *Sesgo de información*

La medición antropométrica la realizó el investigador principal. Para la valoración del  $VO_{2max}$  se siguió el protocolo estandarizado de Léger, que evaluaron los investigadores. Los instrumentos utilizados para las mediciones antropométricas fueron: tallímetro (precisión 1 mm), báscula e Impedancia Bioeléctrica (IB) para la valoración del porcentaje de grasa, la cual se realizó con la Balanza con analizador de fitness marca OMRON, referencia HBF-510LA. Por último, para la toma de datos relacionados con las variables sociodemográficas se realizó una encuesta a cada participante (ver apéndice 2).

#### *Sesgo de confusión*

Durante los test, los investigadores se distribuyeron las tareas (manejo del computador y sonido, registro de los datos arrojados en la evaluación, apoyo a los jugadores) sin intervenir en otras tareas. Para la realización del test, se evitó realizar entrenamientos que indujeran a la fatiga 24 horas antes.

#### *Protocolo de evaluación*

Las mediciones del porcentaje de grasa se realizaron en días diferentes a las pruebas de  $VO_{2max}$ , a cargo del investigador, en el laboratorio del Instituto Universitario de Educación Física de la Universidad de Antioquia. Se dividió a los jóvenes en 5 grupos de 4 jugadores, en común acuerdo con los evaluados. Para este día, los jóvenes siguieron estrictamente una serie de normas, como fueron: no comer ni beber en las 4 horas previas al test, no realizar ejercicio antes de 24 horas, no orinar antes de 30 min, no consumir alcohol 48 horas antes, no tomar diuréticos 7 días antes, no tener elementos metálicos en el cuerpo (anillos, pulseiras, pendientes, piercings, etc.). Las mediciones estuvieron a cargo de dos personas, una manipulando la báscula a la hora de la valoración y otra tomando el registro de los datos arrojados.

Para la prueba de  $VO_{2max}$  se pidió a los jóvenes llevar el uniforme de entrenamiento, que les brindara comodidad durante la misma. Las evaluaciones se realizaron los días martes y jueves en la cancha sintética *La Tinajita*, distribuyendo a los jóvenes en grupos de 4 jugadores, estableciendo la hora de la prueba a cada grupo. El día de la evaluación se inició con un calentamiento de 15 minutos (5 minutos de movilidad articular, 5 minutos de estiramientos activos y 5 minutos de desplazamientos y movimientos específicos de la prueba a realizar). Las evaluaciones a cada deportista se realizaron en la misma semana.

Las dos personas encargadas de la evaluación se distribuyeron las tareas de la siguiente manera: uno manejó el sonido con el computador que lleva el protocolo de Léger y otro

acompañó a los jóvenes en la realización del test, llevando los registros de los nombres, edad, tiempos y etapas realizadas, y a su vez motivando a los sujetos a hacer su mejor esfuerzo.

#### *Análisis estadístico*

Para el análisis estadístico, se aplicó la prueba de Shapiro Wilk, con el fin de determinar la distribución de los datos. Si los datos presentaron distribución normal, se reportaron con medias y se acompañaron de desviación estándar. Si los datos presentaron distribución no normal, se reportaron con medianas y se acompañaron de rangos intercuartílicos. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 24.

#### *Consideraciones éticas*

Se tuvo en cuenta lo estipulado en la declaración de Helsinki respecto a las investigaciones con seres humanos; también se garantizó el cumplimiento de lo establecido por el Ministerio de Salud, en la Resolución 8430 de 1993, según la cual este estudio tiene un grado de riesgo mayor que el mínimo, ya que se realizó una prueba cardiorrespiratoria. Sin embargo, esta prueba no presenta riesgo para la salud, ninguno de los participantes fue sometido a estrés psicológico y fueron tratados con la mayor cordialidad posible. Hay que resaltar que, por el tema del medio ambiente, la ciudad estuvo presentando grandes dificultades con la calidad del aire, lo que se puede considerar una contingencia ambiental, ya que según los valores que arroja el Sistema de información de alerta temprana de Medellín (SIATA), la calidad del aire puede estar en los rangos de Buena, Moderada, Dañina a grupo sensible y Dañina, por lo cual se tuvo en cuenta para realizar la evaluación cardiorrespiratoria, que la calidad del aire en ese día estuviera entre buena y moderada. Todas las personas o instituciones involucradas de manera directa o indirecta en el presente estudio, fueron informadas con todos los detalles de la investigación en cuanto a resultados y aportes al campo académico y deportivo.

Se obtuvo el aval del comité de carrera y del comité de ética del Instituto Universitario de Educación Física de la Universidad de Antioquia (Ver apéndices 3 y 4).

Se contó con la firma de los padres de familia o representantes legales de los jóvenes, y de los mismos jóvenes, por medio del asentimiento informado, ya que el estudio fue con menores de edad. El joven que quisiera abandonar la investigación estuvo en plena libertad para hacerlo. Las personas que participaron de este estudio obtuvieron como beneficio conocer su  $VO_{2max}$  y su porcentaje de grasa.

Los datos y resultados obtenidos en esta investigación, solo fueron utilizados con fines académicos. A estos datos solo tendrá acceso el investigador principal, y el deportista a su in-

formación, si así lo desea. Los datos obtenidos serán guardados en el computador del investigador principal, con contraseña para absoluta confidencialidad, y estos serán guardados por dos años. En el momento de publicar los resultados se guardó la identidad de los deportistas, a quienes se les asignó un número o código para su identificación.

#### *Protocolo de seguridad y actuación de primeros auxilios*

Para llevar a cabo los protocolos de seguridad, se contó con una persona certificada en primeros auxilios, y se realizaron una serie de pasos, empezando desde la atención en el lugar con los primeros auxilios en el momento de la prueba, y posteriormente el traslado del sujeto a un centro asistencial.

#### *Edificación e instalaciones técnicas*

La prueba de consumo máximo de oxígeno se realizó en la cancha sintética *La Tinajita* del barrio Santander, y las mediciones antropométricas y de porcentaje de grasa se realizaron en el Instituto Universitario de Educación Física de la Universidad de Antioquia.

#### *Primeros auxilios*

Cuando las mediciones se realizaron en la sede de Robledo de la universidad de Antioquia, se contó con el servicio del área protegida de la Universidad. Cuando se realizó la prueba en la cancha sintética la Tinajita, se tuvo en cuenta la llamada de urgencias al 123. Antes de un traslado, en ambos casos sería evaluado por la persona certificada en primeros auxilios, que estuvo presente en el lugar de la prueba.

### 3. Resultados

Al realizar la distribución de los datos, las variables que presentaron distribución normal fueron: talla, peso, experiencia deportiva, el porcentaje de grasa y  $VO_{2max}$ . Por el contrario, las siguientes variables presentaron distribución no normal: edad, formación académica, estrato e índice de masa corporal (IMC) (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis descriptivo de las variables evaluadas.

VARIABLES	X $\pm$ S $\bar{t}$ d	Mediana (Rango Intercuartil)	Sig.	Máx.	Min.
Edad (años)		13 (13,0 -13,7)	,000	14	13
Estrato (nivel)		2 (1,2 – 2,0)	,000	3	1
Formación académica (años)		8 (7,0 – 8,0)	,010	9	6
Experiencia deportiva (años)	5.8 $\pm$ 2.0		,667	10	2
Talla (cm)	156.3 $\pm$ 7.8		,719	172.5	136.5
Peso (kg)	48.0 $\pm$ 6.8		,091	61.1	39.5
IMC (kg/m <sup>2</sup> )		20 (18,9 -22,5)	,024	23,9	18,2
Porcentaje de grasa (%)	13.1 $\pm$ 6.3		,095	26,1	5,1
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	47.3 $\pm$ 4.1		0,76	52,9	38,5

### 4. Discusión

En la variable  $VO_{2max}$  en el ámbito nacional, Murillo & Tapias (2014, p.66) encontraron que los deportistas de la Academia Deportivo Cali se encuentran por encima de los promedios correspondientes a sus grupos de edades (47,4 ml/kg/min). El valor promedio de la población de este estudio fue de 47.3 ml/kg/min, lo cual, según lo reportado, se encuentran por encima de los promedios correspondientes a sus grupos de edad.

En el ámbito internacional, Mercé *et al.* (2003, p.202) en estudio realizado en Valencia, España, con futbolistas juveniles, encontró que los jugadores sub-15, al realizar la prueba de consumo máximo de oxígeno, son quienes consiguen un mejor  $VO_{2max}$  (48,8 ml/kg/min) con respecto a los sub 12-13-14. El valor promedio de esta variable, en el presente estudio, fue de 47,3 ml/kg/min, lo cual los aproxima al dato internacional.

Con respecto al porcentaje graso, Wilmore & Costill (2007, p.497) señalan que los rangos normales para esta variable, en futbolistas juveniles, se encuentran entre 6-14%. Tomando este dato como referencia, y observando los resultados del presente estudio, se aprecia que el valor promedio de la población fue de 13.1%, lo cual, según los autores, se encuentra

entre los rangos normales de porcentaje de grasa, teniendo en cuenta la escala de valoración presentada por Gallagher *et al.* (2000).

Por otra parte, Herrero *et al.* (2004, p.75) concluyen que el porcentaje de grasa de los futbolistas españoles de élite es de 11.16%, y para los futbolistas sudamericanos, 11%. Se tienen en cuenta estos indicadores, para, a partir de ellos, estructurar planes de entrenamiento, junto con el acompañamiento nutricional, con el fin de llevar a los deportistas a estos valores.

## Conclusiones

Comparando el  $VO_{2max}$  con el de otros futbolistas, se considera que están por encima de algunos con características similares (47.3 ml/kg/min).

Comparando los futbolistas del Club Deportivo John Valencia con otros grupos poblacionales en cuanto a porcentaje graso, este se encuentra entre los rangos normales para su grupo de edad (6-14%).

## Recomendaciones

Realizar un plan de entrenamiento de resistencia aerobia y evaluar la mejora en el rendimiento y en el desempeño deportivo.

Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar el DEXA, que es el estándar de oro en la evaluación del porcentaje de grasa, dado que este estudio se realizó con antropometría y Bioimpedancia eléctrica.

Realizar plan de entrenamiento que lleve el porcentaje graso a niveles óptimos, según la categoría, con acompañamiento nutricional.

## Referencias

- Acero, J. (2002). *Cineantropometría: fundamentos y procesos*. Pamplona, Colombia: Universidad de Pamplona.
- Alvero, J., Diego, A., Fernández, V., & García, J. (2005). Métodos de evaluación de la composición corporal: Tendencias actuales (I). *Archivos de Medicina del Deporte*, 105, 45-49.
- Alvero, J., Diego, A., Fernández, V., & García, J. (2005). Métodos de evaluación de la composición corporal: Tendencias actuales (II). *Archivos de Medicina del Deporte*, 106, 121-127.
- Antivero, E., Vargas, C., Antivero, E., Ginnobili, I., Dómini, L., & González, N. (2010). Análisis de tiempo desplazamiento (time-motion) en divisiones inferiores de fútbol. *Calidad de Vida*, 1(4), 165-189.
- Barbany, J. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Bazán, N. (2014). Tests de campo para estimar  $VO_{2max}$ . *ISDE Sports Magazine*, 6(20), 1-9.
- Billat V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento: de la teoría a la práctica*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Carter, J. & Heath, B. (1990). *Somatotyping. Development and applications*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Carter, J. (2002). *The Heath-Carter Anthropometric Somatotype. Instruction manual*. USA: San Diego State University.
- Casajús, J., & Aragonés, M. (1991). Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo (Parte 1). *Archivos de Medicina del Deporte*, 8(30), 147-151.
- Correa, J. (2008). Determinación del perfil antropométrico y cualidades físicas de niños futbolistas de Bogotá. *Revista Ciencia y Salud*, 6(2), 74-84.
- Cruz, J., Armesilla, M., & de Lucas, A. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 131, 166-179.

- DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2015). *Estratificación*. Bogotá, Colombia: DANE. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas\\_frecuentes\\_estratificacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf)
- Dellal, A., Jannault, R., Lopez, M., & Pialoux, V. (2011). Influence of the numbers of players in the heart rate responses of youth soccer players within 2 vs. 2, 3 vs. 3 and 4 vs. 4 small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 28, 107-114.
- Diéguez, J. (2004). *Aerobic en salas de fitness. Manual teórico-práctico* (2ª Ed). España: INDE Publicaciones.
- Dunat, E., Mustafá, C., & Paz, J. (2010). Valoración de la capacidad aeróbica en futbolistas juveniles del Club Atlético Tucumán 2010. *EF Deportes*, 15(150).
- Durandt, J., Tee, J., Prim, S., & Lambert, M. (2006). Physical fitness components associated with performance in a multiple-sprint test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 150-160.
- Faulkner, J. (1968). Physiology of swimming and diving. In: H. Falls (Ed), *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press.
- Fernández A. (2006). Sistemas energéticos en el ejercicio. En: J. López & A. Fernández (eds), *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Frey, G. (1977). Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten. *Leistungssport*, 7(5), 339-362.
- Gaisl, G. (1977). Fundamentos teóricos del talento, examen antropométrico en el deporte y aspectos fisiológicos del ejercicio. *Deporte de Alto Rendimiento*, 7, 158-167.
- Gallagher, D., Heymsfield, S., Heo, M., Jebb, S., Murgatroyd, P. & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 694-701.
- García, J., Navarro, M., & Ruiz, J. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. España: Editorial Gymnos.
- García, M., Martínez, E., Carrasco, L., Alcaraz, P., & Pradas, F. (2007). Medición del VO<sub>2max</sub> a través de la prueba de Course Navette en alumnos de educación secundaria obligatoria y bachillerato. *Actividad Física y Deporte: Ciencia y Profesión*, 8, 25-32.

- García, O. (2005). *Estudio de la frecuencia cardíaca del futbolista profesional en competición: un modelo explicativo a partir del contexto de la situación de juego* (Tesis). España: Universidad de La Coruña.
- Guzmán, J., & Jiménez, O. (2014). Efectos de un plan de entrenamiento de resistencia sobre el VO<sub>2</sub> máximo, la frecuencia cardíaca de reposo y los índices de recuperación en futbolistas juveniles. *VIREF Revista de Educación Física*, 2(4), 33-91.
- Haber, P., & Pont, J. (1977). Objektivierung der speziellen Ausdauer für zyklische Sportarten im Kurzeitdauerbereich mittels Mikroblutgas-Analyse. *Sportarzt u Sportmed*, 28, 357-362.
- Helgerud, J., Engen, L., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Herrero, A., Armesilla, C., & Maestre, I. (2004). Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. *Biomecánica*, 12(1), 72-77.
- Heyward, V. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L., Kemi, O., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Jorquera, C., Rodríguez, F., Torrealba, M. y Barraza, F. (2012). Composición corporal y somatotipo de futbolistas chilenos juveniles sub 16 y sub 17. *International Journal of Morphology*, 30(1), 247-252.
- Keul, J. (1975). Die bedeutung des aeroben und anaeroben leistungsvermögens für mettelund langstreckenläufer (innen). *Lehre der Leichtathletik*, 17/18, 593-632.
- Keul, J. (1978). Training und Regeneration im Hochleistungssport. *Leistungssport*, 8, 236-246.
- Léger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.
- López, J., & Mojares, L. (2008). *Fisiología clínica del ejercicio*. España: Médica Panamericana.
- López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). España: Médica Panamericana.

- Luarte, C. (2014). Evolución de los parámetros antropométricos y condicionales en deportistas pertenecientes al área de fútbol joven, edades comprendidas entre 12 y 15 años. Club profesional universidad de Concepción-Chile. *Conexões*, 12(4) 1-22.
- Macaya, C., & López, A. (2009). *Libro de la salud cardiovascular*. España: Editorial Fundación BBVA.
- Martín, A., & Díez, I. (2007). *Cirugía de la obesidad mórbida*. Madrid, España: Ediciones Arán.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.
- MEN Ministerio de Educación Nacional (2010). *Formación académica* (Definición) Bogotá, Colombia: El Ministerio.
- Mercé, J., Mundina, J., & Balaguer, I. (2003). *Un estudio descriptivo de las características técnicas, físicas y motivacionales de las escuelas deportivas de fútbol (alevines, infantiles y cadetes)* (Tesis doctoral). España: Universidad de Valencia.
- Muñoz, H. & Jiménez, J. (2008). *Influencia del método continuo invariable en el desarrollo de la resistencia aeróbica, en los jugadores del semillero de fútbol de la Universidad de Antioquia con edades entre los 17 y 24 años de edad* (Presentación en diapositivas). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Instituto universitario de Educación Física.
- Murillo, C., & Tapias, M. (2014). *Caracterización antropométrica y motora de futbolistas en la edad de 13 y 14 años de la Academia de Futbol Deportivo Cali* (Tesis de licenciatura). Cali, Colombia: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía.
- Omron Healthcare Inc. (2011). *Manual de instrucciones Balanza con analizador de fitness modelo: HBF-510LA*.
- Prieto, I. (2006). Las capacidades condicionales en el joven jugador de fútbol sala. *EF Deportes*, 11(99).
- RAE Real Academia Española de la Lengua (2016). *Diccionario de la lengua española*. España: RAE.
- Ramírez, J., Muros, J., Morente, J., Sánchez, C., Femia, P., & Zabala, M. (2012). Efecto de un programa de entrenamiento aeróbico de 8 semanas durante las clases de educación física en adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 27(3), 747-754.

- 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.
- Rivera, J. (2006). Valoración del somatotipo y proporcionalidad de futbolistas universitarios mexicanos respecto a futbolistas profesionales. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(21), 16-28.
- Sánchez, J., Pereira, J., Rodríguez, Guillén, J., Martín, D., Romo, D., Rodríguez, A., & Villa, J. (2014). Efecto de la motivación del entrenador sobre la carga interna y el rendimiento físico de un juego de fútbol reducido 3x3. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(3) 169-176.
- Schüler, K. (1970). Hemograma y el volumen de sangre en atletas. *Medicina y Deporte*, 10, 102-109.
- Sergeyevich, V., & Dmitriyevich, V. (2001). *Fisiología del deportista: bases científicas de la preparación, fatiga y recuperación de los sistemas funcionales del organismo de los deportistas de alto nivel* (2ª Ed). España: Paidotribo.
- SSM Secretaría de Salud de México (2002). *Manual de procedimientos. Toma de medidas clínicas y antropométricas en el adulto y adulto mayor*. México: La Secretaría.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Vasconcelos, A. (2000). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Volkov, V., & Filin, V. (1988). *Selección deportiva*. Moscú: Vneshtorgizdat.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Wisløff, U., Helgerud, J., Kemi, O. & Ellingsen, Ø. (2001). Intensity-controlled treadmill running in rats:  $VO_{2max}$  and cardiac hypertrophy. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 280(3), 1301-1310.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. España: Ediciones Martínez Roca S. A.

Zouhal, H., Lemoal, E., Wong, P., Benounis, O., Castagna, C., Duluc, C., Owen, A., & Drust, B. (2013). Physiological responses of general vs. specific aerobic endurance exercises in soccer. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(3), 213-220.

## Apéndices

### Apéndice 1. Asentimiento informado

#### Título del proyecto

EVALUACIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO ( $VO_{2max}$ ) Y EL PORCENTAJE DE GRASA EN FUTBOLISTAS JÓVENES.

#### Identificación de los profesionales responsables de la investigación

<b>Nombre Completo</b>	Jorge Luis Salazar Martinez.
<b>Filiación con la entidad que realizará la investigación</b>	Estudiante de Pregrado en Entrenamiento Deportivo, Universidad De Antioquia.
<b>Formación académica</b>	Profesional en Entrenamiento Deportivo
<b>Teléfono - celular</b>	2347978 - 3116283773
<b>Correo electrónico</b>	jorge-sama83@hotmail.com

#### ¿Para qué servirá la investigación?

Esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el consumo máximo de oxígeno y el porcentaje de grasa de los futbolistas del Club Deportivo John Valencia, participantes de las categorías de la Liga Antioqueña de Fútbol, en edades entre los 13 y 14 años. Invitamos a su hijo a hacer parte de esta investigación, brindándole antes toda la información, o tomando la opinión de terceras personas, de ser necesaria, para que pueda tomar la decisión, la cual no tiene que ser inmediata; lo puede pensar y dialogar al respecto. Si en este texto encuentra palabras que no entiende, por favor pregunte. Si tiene dudas o preguntas más tarde, puede expresarlas durante la investigación.

Para la realización de un programa de entrenamiento se debe tener una adecuada planificación, junto con unos objetivos trazados; este factor es importantísimo para tener pautas de referencia sobre dónde se debe iniciar y cuándo se debe terminar. El presente estudio busca datos que ayuden a:

- Realizar una adecuada planificación con datos precisos.

- Tener datos de referencia para futuras investigaciones y realizar comparaciones.
- Contar con un factor de motivación para los deportistas.

### **¿Qué se le practicará a su hijo en la investigación?**

Para esta investigación, su hijo deberá completar una encuesta sociodemográfica para conocer su tiempo de experiencia en el deporte y su grado de escolaridad, entre otros datos personales. También se le pedirá a usted, como padre de familia o representante legal del menor, autorizar que se le realicen medidas antropométricas para determinar su composición corporal, y, por último, deberá realizar un test en el cual se determinará su consumo máximo de oxígeno.

### **¿Es peligroso para su hijo, participar de la investigación?**

Esta investigación no presenta riesgos para la salud de su hijo. Sin embargo, si llegara a sentir algún tipo de malestar, sea por problemas de salud o dolores osteomuscular (lesión), deberá informar oportunamente a los responsables de la investigación, quienes cuentan con una persona certificada en primeros auxilios que lo atenderá y remitirá a un centro de salud, de ser necesario.

Si siente alguna molestia durante la investigación, o presenta desmotivación, por favor, informe a los investigadores. Hay que resaltar que, por el tema del medio ambiente, la ciudad está presentando grandes dificultades con la calidad del aire, lo que se puede considerar una contingencia ambiental, ya que según los valores reportados por el *Sistema de información de alerta temprana de Medellín (SIATA)*, la calidad del aire puede estar en los rangos de Buena, Moderada, Dañina a grupo sensible y Dañina, por lo cual se tendrá en cuenta, para realizar la evaluación cardiorrespiratoria, que la calidad del aire en ese día esté entre buena y moderada.

### **¿Qué beneficios tendrá su hijo al participar de la investigación?**

Al hacer parte de esta investigación, su hijo podrá conocer cómo está su capacidad aeróbica, permitiéndole comparar y evaluar su rendimiento deportivo, a la vez que se le harán sugerencias para mejorar esta capacidad. También podrá conocer su composición corporal, permitiéndole identificar datos importantes en el fútbol, como el peso, la talla, el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa.

### **¿Qué pasará si decide no participar?**

Es voluntad propia participar en esta investigación, por lo que cabe aclarar que si decide realizar, o no, el estudio, no será excluido de los servicios o actividades que se realicen en el club o en la Liga Antioqueña de Fútbol.

### **¿Si su hijo decide no continuar en el estudio qué puede hacer?**

Usted, o su hijo, están en todo el derecho de retirarse del estudio cuando deseen hacerlo, sin importar que al inicio haya decidido hacer parte de ella. Abandonar la investigación no lo excluye de los servicios o actividades del club, es decir, sus derechos serán más importantes para nosotros que las tareas en las que nos pueda ayudar.

### **¿Quién puede ver los datos y resultados de su hijo?**

La confidencialidad de esta investigación será total sobre la información que su hijo nos proporcione; sus datos personales no serán divulgados en ningún momento; el investigador es el único que tiene acceso a esta información. Para mayor confidencialidad en la investigación, se utilizará el número de identificación, o código, en vez del nombre y apellidos.

Los investigadores le asignarán un número, y con este se llevará su identidad real, la cual únicamente será conocida por los investigadores o por personas autorizadas que manejarán adecuadamente la información.

#### **¿Su hijo puede conocer sus datos o resultados?**

Durante la investigación, si su hijo lo desea se le darán a conocer los datos que haya obtenido; únicamente se le proporcionarán sus datos, y no los de otra persona. Al finalizar el estudio, podrá conocer su resultado y el resultado de la investigación, antes de que sea publicada. Cuando esto ocurra, nadie conocerá sus datos personales ya que solo se publicarán los resultados generales.

#### **¿Qué incentivos obtendrá por participar de la investigación?**

Esta investigación no proporciona a los participantes ningún incentivo de carácter económico, por lo que el único incentivo que tendrá su hijo, será conocer los resultados de la investigación, y el nivel y condición en cuanto a porcentaje de grasa y capacidad cardiorrespiratoria.

**Declaración de consentimiento (para personas de 18 años en adelante; los menores de edad deben tener un asentimiento informado, firmado por el padre o la madre del menor, o un representante legal)**

*“Certifico haber leído y entendido todos los procesos y procedimientos consignados en el estudio mencionado, por tanto, manifiesto mi interés y estoy de acuerdo en participar en la investigación. El permiso que otorgo se da de forma voluntaria, sin presiones ni coacciones, entiendo los riesgos y beneficios que se derivan del estudio, y tengo claro que puedo interrumpir mi participación en el momento en que así lo considere. Se me suministrará una copia firmada de este consentimiento bajo mi petición”.*

(Espacio para firmas)

\_\_\_\_\_  
**Investigador principal**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante (letra)

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre del testigo (letra)

\_\_\_\_\_  
Firma del testigo

## Apéndice 2. Encuesta sociodemográfica

### FORMACIÓN ACADÉMICA

NOMBRE:

FECHA DE NACIMIENTO:

EDAD:

AÑOS DE EXPERIENCIA DEPORTIVA:

CORREO:

TELÉFONO:

Educación Básica y Media 1 a 11, Educación Superior (pregrado y posgrado)

TC: técnica, TL: tecnológica, UN: universitaria.

Marque con una X el estudio más alto que ha realizado y debajo, si es de 1 a 11, en caso de ser un estudio técnico o superior poner en años el tiempo que tardó en realizarlo.

EDUCACIÓN BÁSICA											EDUCACIÓN SUPERIOR		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TC	TL	UN

### ESTRATO

ESTRATO SOCIOECONÓMICO					
1	2	3	4	5	6

### Apéndice 3. Cronograma

El cronograma se desarrolló en 2017.

Actividad	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Prueba piloto		X						
Evaluaciones			X					
Análisis estadístico				X				
Resultados				X				
Conclusiones, discusión y recomendaciones				X	X			
Documento final				X	X			
Elaboración artículo						X	X	X