

Efectos de un plan de entrenamiento de resistencia sobre el VO₂ máximo, la frecuencia cardíaca de reposo y los índices de recuperación en futbolistas juveniles¹

Effects of a resistance training plan on VO₂ max, resting heart rate and recovery rates in young soccer players

Jhon Edison Guzmán Palacio

Estudiante de último semestre del programa Profesional en Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia – Instituto Universitario de Educación Física. Colombia. Correo: jguzman1516@hotmail.com

Juan Osvaldo Jiménez Trujillo

Docente asesor. Licenciado en Educación Física, Especialista en Entrenamiento Deportivo, Magister en Motricidad y Desarrollo Humano, línea de Entrenamiento Deportivo. Docente – Investigador Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física. Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte GRICAFDE. Correo: jjuanosvaldo@yahoo.es

Resumen

Objetivo: Analizar el efecto de un plan de entrenamiento de resistencia a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre el VO₂ máximo, índices de recuperación y frecuencia cardíaca de reposo en futbolistas juveniles. **Método:** Un total de 15 futbolistas participaron en el presente estudio. La capacidad aeróbica (VO₂ máximo) se midió con el test de Luc Léger, el índice de recuperación se calculó con la fórmula de Calderón y Benito (2001):

$$\frac{FC \text{ máxima} - FC (1' - 3' - 5')}{FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo}} \cdot 100$$

¹ Investigación realizada como requisito para obtener el título de Profesional en Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física

La frecuencia cardíaca de reposo se midió con un pulsómetro marca POLAR FT1 mediante el método de Heyward (2008). El programa de entrenamiento consistió de 5 semanas con 2 sesiones de entrenamiento por semana de esta capacidad con intensidades altas individualizadas entre en 80 y el 90% de la frecuencia cardíaca máxima calculada con la fórmula de Karvonen et al (1957) y con recuperaciones incompletas entre 130 y 140 pulsaciones por minuto según el Método Continuo Variable Tipo II. **Resultados:** El grupo incrementó el VO₂ máximo (de 48,19 a 52,77 ml/kg/min, $p < 0,05$), los índices de recuperación no mejoraron ($p < 0,05$) y la frecuencia cardíaca de reposo no mejoró de manera estadísticamente significativa (de 59 a 58 ppm: $< 0,05$). **Conclusiones:** Este programa de entrenamiento aeróbico con el Método Continuo Variable Tipo II, mejoró el VO₂ máximo pero no mejoró los índices de recuperación ni la frecuencia cardíaca de reposo.

Abstract

Objective: Determinate the effect of an aerobic training plan based in the method continuous variable type II on the VO₂ maximum, the recovery rate and the resting heart rate in youth football players. **Method:** 15 football players participated in the present research. The VO₂ maximum was measured with the multistage 20 meter shuttle run test of Luc Léger, the recovery rate was measured with the formulate of Calderón and Benito (2001):

$$\frac{HR \text{ maximum} - HR (1' - 3' - 5')}{HR \text{ maximum} - \text{Resting HR}} \cdot 100,$$

The resting heart rate was measured with a pulsometer POLAR FT1 by means of the method of Heyward (2008). The training program consisted in 5 weeks with 2 training sessions per week about this capacity with individual high intensity between 80 and 90% of the heart rate maximum calculated with the formula of Karvonen et al (1957) and with incomplete recovery between 130 and 140 beats per minute depending on the method continuous variable type II. **Results:** The group increased the VO₂ maximum (from 48,19 to 52,77 ml/kg/min, $p < 0,05$), the recovery rate did not show an improvement ($p < 0,05$), the resting heart rate did not have a statistically significant improvement (from 59 to 58 bpm, $p < 0,05$). **Conclusions:** This aerobic training program with the method continuous variable type II improved the VO₂ maximum but did not improved the recovery rate and it did not improved the resting heart rate.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

En el deporte actual se puede evidenciar cómo cada vez más se busca el rendimiento óptimo de los deportistas en todos los componentes del entrenamiento deportivo y se deben orientar los planes de entrenamiento hacia la obtención de ese objetivo. Dentro de los componentes está el físico, con una capacidad tan importante como es la resistencia, tan determinante para algunos deportes y que en el fútbol, deporte sobre el que se hace énfasis en esta investigación, es importante también. Sobre esta capacidad se han realizado investigaciones que plasman el ideal del consumo máximo de Oxígeno para un futbolista de élite y que enmarcan los requisitos para pertenecer a ese mundo exclusivo del alto rendimiento.

Se ha calculado que la distancia media cubierta por un futbolista de élite en un partido es aproximadamente 11 Km, con una velocidad media de 7.3 Km por hora. Y la producción de energía aeróbica de los jugadores puede estimarse alrededor del 70% del consumo de Oxígeno máximo (VO_2 máx.). Conviene advertir que todos estos valores son cambiantes según la posición que ocupa el jugador en el equipo (Macaya & López, 2009:601). Reilly & Thomas plantean que “a partir de varios estudios se determinó que la intensidad promedio de un partido de fútbol (balompié) es de aproximadamente el 75% de la capacidad aeróbica del jugador”. (1976:87)

En un análisis realizado a jugadores de la liga inglesa de primera división, Reilly & Thomas (1976:87–97) determinaron que, en promedio, un jugador camina un 25%, trota un 37%, circula a velocidad moderada un 20%, corre a gran velocidad un 11%, y corre hacia atrás un 7%. Además, menos del 1% y hasta el 4% de estas actividades se realizan en posesión del balón. Ello demuestra que el futbolista siempre debe estar en constante desplazamiento y debe tener una base aeróbica que le ayude a sustentar las exigencias de la competencia.

La medición del VO_2 máximo es de vital importancia para la obtención de información concreta que ayude a los entrenadores en la elaboración de planes de entrenamiento con miras a la mejora de esta variable, buscando siempre estar en un nivel óptimo para las exigencias metabólicas de la competencia.

En la revisión de antecedentes encontramos además el estudio de Ramírez et al. (2012) donde se determinó el efecto de un programa de entrenamiento aeróbico de alta intensidad de 8 semanas, desarrollado durante las clases de educación física, sobre la capacidad aeróbica de adolescentes de 15 a 18 años. Se contó con un total de 84 adolescentes (51 chicos y 33 chicas).

La capacidad aeróbica (VO_2 máximo) se midió directamente con un analizador de gases portátil (K4b2, Cosmed) durante la realización del 20 Meter Shuttle Run Test (20mSRT). La muestra fue dividida en 2 grupos experimentales (G2S y G3S) y el grupo control. El programa de entrenamiento consistió en la práctica de actividad física aeróbica con una intensidad equivalente al 75-80% del VO_2 máximo durante 30 minutos. La FC equivalente al 75-80% del VO_2 Máx. de cada estudiante fue determinada. El G2S realizó 2 sesiones semanales, mientras que el G3S realizó 3 sesiones. Los resultados arrojaron que el G2S incrementó el VO_2 máximo (de 55,7 a 56,6 ml/kg/min los chicos; de 37,8 a 38,7 ml/kg/min las chicas: $< 0,001$) y el nº stages en el 20mSRT (9,0% los chicos: $< 0,001$; 20,0% las chicas: $< 0,001$). El G3S también aumentó el VO_2 máximo (de 54,9 a 56,0 ml/kg/min los chicos; de 36,0 a 38,7 ml/kg/min las chicas) y el nº stages en el 20mSRT (10,4% los chicos: $< 0,001$; 32,3% las chicas: $< 0,001$). En G2S y G3S las chicas mostraron una mejora mayor que los chicos. El estudio concluyó que un programa de entrenamiento aeróbico de alta intensidad de 8 semanas, 2 días por semanas, mejora la capacidad aeróbica de los alumnos. Una sesión extra de ejercicio intenso por semana supone una mayor mejora en las chicas, no produciendo tales efectos en los chicos.

Muñoz (2008) realizó un estudio sobre la 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. Se seleccionó una muestra de 7 jugadores, se evaluó el consumo máximo de Oxígeno con el test de 2000 metros y se determinó individualmente a los jugadores la frecuencia cardíaca de entrenamiento, que fue entre el 50% y el 75% según la fórmula de Karvonen. También se determinó el consumo máximo de Oxígeno, los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5 y la frecuencia cardíaca de reposo. El plan de entrenamiento se realizó durante 20 sesiones, con frecuencia de entrenamiento de 2 veces por semana y consistía en un trote continuo de acuerdo a las pulsaciones establecidas para cada jugador. La frecuencia cardíaca fue controlada cada 5 minutos. Los resultados mostraron que los jugadores incrementaron el VO_2 máximo (de 50,45 a 54,9 ml/kg/min: $< 0,05$), los índices de recuperación al minuto 1 tuvo un cambio (de 27,32% a 31,09%: $< 0,05$), al minuto 3 hubo un cambio (de 55,35% a 55,71%: $< 0,05$) y al minuto 5 hubo un cambio (de 63,9% a 64,05%: $< 0,05$), donde en ninguno de los índices de recuperación se presentó un cambio estadísticamente significativo. La frecuencia cardíaca de reposo pasó de 64 a 74 pulsaciones por minuto, al final del estudio, en promedio. Concluye que un plan de entrenamiento de 20 sesiones, basado en el método continuo invariable influye en el desarrollo de la resistencia aeróbica en los jugadores del semillero de fútbol de la Universidad de Antioquia entre los 17 y 24 años. Aunque no hubo una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de recuperación, se presenta una leve mejoría al minuto 1, de acuerdo con los resultados.

Dunat et al. (2010) realizaron un estudio con el propósito de valorar la capacidad aeróbica en futbolistas juveniles. La muestra estuvo representada por futbolistas de 14 y 15 años (n=54) pertenecientes al Club Atlético Tucumán (Argentina). Los jugadores realizaban sus prácticas deportivas diariamente y participaban del torneo oficial organizado por la Liga Tucumana de Fútbol. Se utilizó el test de 1000 metros para luego estimar el máximo consumo de Oxígeno. En los resultados, el tiempo en 1000 metros fue de 213 ± 20 segundos y el VO_2 máx de 60.96 ± 2.92 ml/kg/min. Se concluye que los futbolistas juveniles del Club Atlético Tucumán presentan muy buenos valores de VO_2 máximo, lo que significa que su desarrollo en cuanto a la capacidad de transportar y consumir Oxígeno es muy adecuado. Vale destacar que dentro del plantel sobresalen los buenos niveles de capacidad aeróbica. Por lo tanto este equipo gozaba de un eficiente transporte de Oxígeno y de una rápida recuperación después de esfuerzos de alta intensidad.

Con respecto a los índices de recuperación, Darr et al. (1988) plantean que con una buena base aeróbica se puede mejorar los índices de recuperación rápidos (15–120 seg) con sujetos entrenados independientemente de la edad. En un estudio realizado con veinte sujetos varones, clasificados en cuatro grupos (n=5) según edad y nivel de condición física (pico de consumo de O_2 ml kg⁻¹.min⁻¹): Jóvenes entrenados (YT) 24 ± 2 años, 63 ± 3 ml.kg⁻¹. min⁻¹; ancianos entrenados (OT) 51 ± 2 años, 57 ± 3 ml.kg⁻¹.min⁻¹, jóvenes desentrenados (YU) 25 ± 3 años, 44 ± 2 ml. kg⁻¹.min⁻¹; ancianos desentrenados (OU) de 57 ± 4 años, 36 ± 4 ml.kg.min⁻¹, se realizó un ejercicio de ergometría en etapas graduales hasta un nivel máximo tolerado de esfuerzo, la frecuencia cardíaca se monitorizó continuamente después del ejercicio. Se realizó análisis de la frecuencia cardíaca en la fase lenta (120-240 segundos) y rápida (15-120 segundos). Las fases de recuperación no mostraron ningún efecto de la edad sobre la recuperación de la frecuencia cardíaca al comparar YT vs OT y YU vs OU. Sujetos entrenados, independientemente de la edad, demostraron una recuperación de la frecuencia cardíaca significativamente más rápida que los sujetos no entrenados, que fue especialmente marcada durante la recuperación de la fase rápida ($p < 0,005$).

Sin embargo Darr et al. (1988) no hacen mención del trabajo aeróbico al que fueron sometidos los sujetos entrenados. Indican que el factor más influyente sobre los índices de recuperación es el estado del VO_2 máximo, mientras que Tomlin & Wenger (2001) expresan que la mejora de la resistencia aeróbica aumenta la capacidad de recuperación durante la realización de ejercicio intermitente de alta intensidad mediante el aumento de la respuesta aeróbica, mejora la eliminación de lactato y mejora la regeneración de fosfocreatina.

Debido a la gran variedad de métodos para la mejora de la resistencia se requiere esclarecer la importancia de cada uno de ellos y los efectos que generan en el organismo, más

específicamente en el consumo máximo de Oxígeno, en los índices de recuperación y en la frecuencia cardíaca de reposo, factores que pueden ser modificados con un trabajo de resistencia y que dan indicios para hacer análisis y posteriores conjeturas para determinar el nivel del futbolista en esta capacidad. Buscando aclaraciones y/o confirmaciones sobre los métodos, se decidió trabajar con el Método Continuo Variable Tipo II y observar las modificaciones que se obtienen con éste. De ahí surgen las siguientes preguntas de investigación, a las cuales se buscó dar respuesta con un grupo determinado.

1.2. Preguntas de investigación

- a. ¿Cuál es el efecto de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre el VO_2 máximo en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental?
- b. ¿Cuál es el efecto de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental?
- c. ¿Cuál es el efecto de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre la frecuencia cardíaca de reposo en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental?

1.3. Objetivos

- a. Analizar los efectos de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre el VO_2 máximo en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.
- b. Analizar los efectos de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre los índices de recuperación en los minutos 1, 3 y 5, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.
- c. Analizar los efectos de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre la frecuencia cardíaca de reposo, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

1.4. Justificación

En el fútbol es indispensable tener una buena base aeróbica que sirva para soportar las exigencias de la competencia pues este es un deporte de largo periodo competitivo donde cada semana se busca tener un estado óptimo de todas las capacidades para competir y en la capacidad de resistencia se puede apoyar el futbolista para realizar una gran cantidad de esfuerzos durante un tiempo prolongado. Esta capacidad física es además uno de los factores con el que algunos equipos sacan ventaja, cuando se entrena para lograr la eficiencia de sus jugadores durante un partido.

En el contexto del conocimiento se sabe mucho acerca de la capacidad de resistencia con respecto a los acontecimientos fisiológicos en el organismo pero aún hay algunos supuestos sobre el consumo máximo de Oxígeno, los índices de recuperación y la frecuencia cardíaca de reposo que aún falta esclarecer. Por ello es importante aclarar o buscar indicios sobre el comportamiento de los factores mencionados en la individualidad de cada método conocido en el ámbito del entrenamiento deportivo para la mejora de esta capacidad.

Con estas aclaraciones o indicios, en este caso respecto al Método Continuo Variable Tipo II, el entrenador puede, al conocer los resultados de esta investigación, obtener conocimientos sobre la importancia que tiene el trabajo de resistencia basado en este método y con las características similares de la muestra, sobre la frecuencia cardíaca de reposo, el consumo máximo de Oxígeno y los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5.

Con la implementación de este plan de intervención sobre la capacidad de resistencia se pretendió observar la importancia que tiene un plan de entrenamiento basado en el Método Continuo Variable Tipo II en algunos factores a los que el organismo se adapta cuando está recibiendo estímulos de esta índole. También se pretendió buscar mejoras en los futbolistas que hicieron parte de este trabajo y que se beneficiaron inicialmente para la competencia.

Al final, este fue un ejercicio investigativo que pretendió dar a los entrenadores una contribución para la posible inclusión o no de este tipo de trabajo en futuros planes de entrenamiento en categorías juveniles.

1.5. Delimitaciones

En este estudio se decidió trabajar sobre una variable importante en el desarrollo de un partido competitivo de fútbol, para lo cual se buscó un desarrollo haciendo un trabajo con medios generales y con el Método Continuo Variable Tipo II, con jugadores de fútbol de la categoría

juvenil de género masculino, con un nivel considerado como aficionado y pertenecientes al departamento de Antioquia, con edades comprendidas entre los 16 y 18 años y aparentemente sanos.

1.6. Limitaciones

Uno de los factores limitantes de la investigación fue la imposibilidad de realizar mediciones directas para el cálculo del VO_2 máximo por lo que se utilizó un test de campo con una alta correlación, como el test de Luc Léger. Otro elemento limitante fue el hecho de que los futbolistas tuvieron un partido de competencia semanal durante la intervención del plan de entrenamiento, aunque se garantizó que no tuvieron un estímulo de esta índole 48 horas antes de la competencia.

2. Marco referencial

2.1. Resistencia

López & Fernández (2006) expresan que la resistencia es la capacidad del organismo para mantener una determinada intensidad de ejercicio durante un tiempo determinado, es un reflejo directo de la capacidad funcional cardiorrespiratoria y está determinada por la habilidad del organismo para captar, transportar y utilizar Oxígeno durante la actividad física.

Según Zintl (1991), la resistencia comprende dos dimensiones complementarias. Mientras la definición clásica alude a la capacidad para resistir a la fatiga, es decir, tolerar y mantener una intensidad de trabajo determinada, la otra dimensión alude a la capacidad para recuperarse de la fatiga.

Haciendo referencia al enunciado anterior, Boullosa & Tuimil (2009) mencionan que esta aparente dicotomía no es tal, si consideramos que, dada cualquier carga de trabajo, el entrenamiento mejora simultáneamente la tolerancia al esfuerzo y el tiempo de trabajo a una intensidad determinada, a la vez que acelera los procesos de recuperación de la homeostasis. Esta relación ha sido constatada con las evidencias que han relacionado el entrenamiento en resistencia con una mejor recuperación en diferentes parámetros fisiológicos, tales como la recuperación cardíaca. (Darr et al., 1988).

Heyward (2008:36) aporta que 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.

Pardo (2006:471) plantea otra definición al establecer que cuando se habla de resistencia aeróbica se hace referencia a la capacidad de resistencia a la fatiga durante actividades en las que la resíntesis de ATP se produce, fundamentalmente por medio del metabolismo aeróbico.

Hasta el momento se han elaborado definiciones con orientación hacia el componente físico y Weineck (2005:131) amplía el concepto al plantear que “por resistencia entendemos normalmente la capacidad del deportista para soportar la fatiga psicofísica”. Lo mismo que hace Frey (1997:351), cuando define 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. Vemos como también el componente psicológico es fundamental para la mejora de la resistencia.

2.1.1. Tipos de resistencia

Según el compromiso muscular o porcentaje de la musculatura implicada, el entrenamiento de la resistencia se clasifica en **general o local**. La 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 limitado sobre todo por el sistema cardiovascular respiratorio (limitación reflejada en el consumo máximo de Oxígeno) y el aprovechamiento periférico del Oxígeno (Gaisl, 1979). La resistencia local supone una participación de entre algo menos de un séptimo y sexto de la masa muscular total (Zintl, 1991:32; Hollmann & Hettinger, 1980).

Desde el punto de vista de la adscripción a una modalidad, se distingue entre **general y específica**. La resistencia general se refiere al estado de forma con independencia de la modalidad deportiva y la resistencia específica se refiere a la forma de manifestación específica de una modalidad deportiva (Weineck, 2005:131; Nabatnikowa, 1976; Saziorski, 1972).

Desde el punto de vista del suministro energético muscular, se distingue 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, resulta insuficiente para la combustión

oxidativa y el suministro energético tiene lugar sin oxidación (Weineck, 2005:131; Zintl, 1991:33; Hollmann & Hettinger, 1980).

Desde el punto de vista de la duración temporal, se distingue entre **resistencia a corto (RCD), medio (RMD) y largo (RLD) plazo**. En la RCD se incluyen cargas de resistencia máximas de entre 45 segundos y 2 minutos. La RMD es el segmento de una producción energética aeróbica creciente y corresponde a cargas de 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, 1975:632; Harre, 1982).

2.1.2. Tipos de fatiga

Zintl (1991:26) hace una lista de las posibles causas de la fatiga y explica, de manera general, las razones por las cuales se presenta.

- Fatiga física: reducción reversible de la función del músculo esquelético
- Fatiga mental: paro transitorio de la capacidad de concentración
- Fatiga sensorial: disminución transitoria de la percepción sensorial (sobre todo, visual, auditiva, táctil)
- Fatiga motor (Coordinación): reducción transitoria de la emisión de estímulos motrices a través del sistema nervioso central
- Fatiga motivacional (anímico): ausencia de los estímulos volitivos o bien emocionales para el rendimiento deportivo

Las posibles causas de la fatiga, en función del metabolismo, según Zintl (1991:29), son: disminución de las reservas energéticas (por ejemplo, fosfocreatina, glucógeno), acumulación de sustancias intermedias y terminales del metabolismo (por ejemplo, lactato, urea), inhibición de la actividad enzimática por sobre-acidez o cambios en la concentración de las enzimas, desplazamiento de los electrolitos (por ejemplo, del potasio y del calcio de la membrana celular), disminución de las hormonas por el esfuerzo fuerte y continuo (por ejemplo, la adrenalina y la noradrenalina como sustancia de transmisión, la dopamina en el sistema nervioso central), cambios en los órganos celulares (por ejemplo, las mitocondrias) y en el núcleo de la célula, procesos inhibidores a nivel del sistema nervioso central por la monotonía de las cargas (sobrecarga causada por bajas exigencias), cambios en la regulación a nivel celular dentro de cada uno de los sistemas orgánicos y con referencia a la central integrada de control.

2.1.3. Aspectos bioquímicos en el trabajo de resistencia

El proceso de adaptación bioquímico provocado por el entrenamiento transcurre a nivel celular en el orden siguiente: aumento de la concentración de productos energéticos, refuerzo de la actividad enzimática y perfeccionamiento de los mecanismos de regulación (Jakowlew, 1976:66).

2.1.3.1. Almacenes de las fuentes energéticas de la célula muscular

Para la contracción muscular durante el ejercicio se necesita de los diferentes sustratos que aportan energía. Para ello se encuentran los fosfatos, glucógenos, grasas y proteínas, que son importantes para la obtención del ATP (energía con la que funciona el organismo) (Zintl, 1991:44):

- Fosfágeno: rico en energía, se almacena en los músculos.
- Glucógeno: se almacena en el hígado, músculos y en varios tejidos. El glucógeno hepático sirve para mantener constante el nivel de azúcar sanguíneo y ayuda a mantener la funcionalidad del sistema nervioso central, que depende del aporte constante de glucosa desde la sangre. Una caída del nivel de azúcar sanguínea a valores inferiores a 70 mg% puede provocar alteraciones de la coordinación. En un trabajo de RDL, la absorción de glucosa del músculo desde la sangre puede tener un papel importante.
- Grasas: tienen su depósito en los tejidos subcutáneos. Desde allí se movilizan a través de la liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) causadas por la carga. Las grasas llegan, a través de la sangre, a la célula muscular. Se utilizan en esfuerzos energéticamente moderados (movimientos lentos, de poca intensidad).
- Proteínas: son importantes en el metabolismo estructural y menos en el funcional, aunque en esfuerzos prolongados (RDL) la gluconeogénesis es bastante pronunciada. En este proceso se produce glucosa o glucógeno en base a grasas.

Fernández (2006:183) y Sergeyeovich & Dmitriyevich (2001:45) plantean que los sustratos energéticos de los que el músculo esquelético obtiene la energía para transformarla en energía mecánica o estática son, fundamentalmente, las grasas y los hidratos de carbono. Las proteínas actúan en ocasiones como sustratos energéticos, si bien son otras muy diferentes sus funciones fundamentales en el organismo.

2.1.3.2. Obtención de energía a partir de la disociación de ATP

La obtención de energía no se da directamente de los sustratos mencionados. Los sustratos deben aportar la energía contenida en sus enlaces químicos para la fosforilación o disociación del adenosín trifosfato (ATP) (Zintl, 1991:46; Fernández, 2006:183), ya que la célula muscular solo es capaz de obtener directamente la energía química y transformarla en energía mecánica (Fernández, 2006:183). De esta manera el organismo obtiene energía mecánica para soportar las exigencias de la competencia o de los estímulos planeados para la mejora de la resistencia.

Para definir más claramente la disociación del ATP, Zintl (1991:46) explica que, cuando se requiere energía para la contracción de la fibra muscular, solo se podrá conseguir separando el resto de fosfato del ATP (Ver figura 1). Esta disociación se da en condiciones estándar en una disolución de agua a unos 7 Kcal, de esta manera se obtiene ADP (Adenosín di fosfato) + P (fosfato) y de allí se obtiene la energía de contracción (Ver figura 2). La transformación a energía mecánica se da gracias a la realización de cambios en la conformación de la estructura molecular de las proteínas contráctiles del músculo, que permite modificar la longitud del sarcómero, acortándolo, lo que va a dar lugar a un aumento de la tensión generada por el músculo y se traduce en la posibilidad de generar movimiento (López & Fernández, 2006).

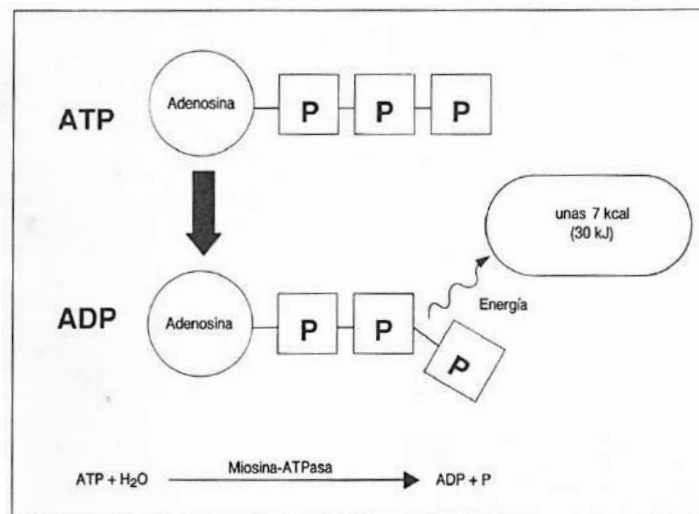


Figura 1. Disociación del ATP Zintl (1991:46)

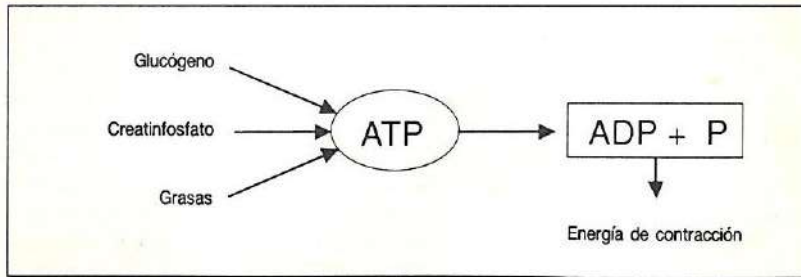


Figura 2. Productos obtenidos de la disociación Zintl (1991:47)

De la misma manera, Barbany (2002:41) menciona el mismo proceso de obtención de energía pero lo llama hidrólisis de enlaces de fosfato y agrega que este proceso se da cuando los enlaces de fosfato se descomponen por la introducción de una molécula de agua.

2.1.3.3. Metabolismo de los fosfágenos

El ATP (ADP+Fosfato) y la fosfocreatina pertenecen al grupo de los fosfágenos o fosfatos de alta energía, al cual pertenecen otros compuestos, pero estos dos son los más importantes en cuanto al funcionamiento celular. El metabolismo de los fosfágenos 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, 2006:187).

- **Adenosín trifosfato:** 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 (Fernández, 2006:187). Con la disociación de ATP (Zintl, 1991:46) se proporciona la energía mediante un proceso exergónico (que libera energía) para la contracción muscular. Algo adicional a este proceso, ocurre cuando se libera el ADP, que deberá reincorporar un grupo de fosfato para transformarse de nuevo en ATP (Fernández, 2006:187).
- **Fosfocreatina:** este componente sirve para la resíntesis del ATP en las células musculares transfiriéndole energía, en un proceso rápido y anaeróbico, para que se transforme en ATP. Al transferir el fosfato queda transformado en creatina.

2.1.3.4. Metabolismo de los 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 (Fernández, 2006:188).

Según Zintl (1991:52) “la forma aeróbica de disponer de energía consiste en la degradación de glucógeno (Glucogenólisis, Ver figura 3) o bien glucosa”. Sergeyeovich & Dmitriyevich (2001:45), expresan que “en la parte inicial de la carga física para desarrollar la resistencia tiene como fuente de energía la glucosa, tomada del glucógeno disponible en el músculo”.

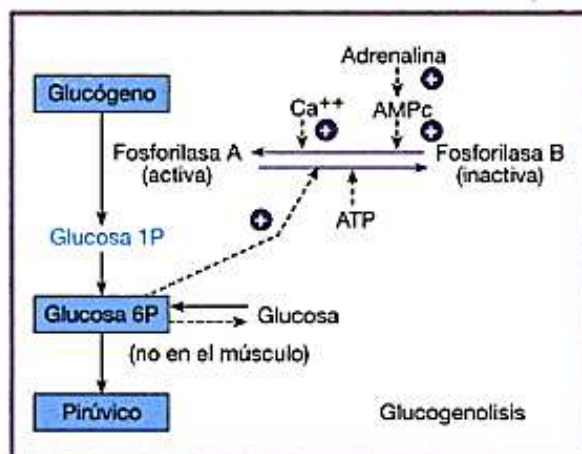


Figura 3. Proceso de obtención de glucosa a partir del glucógeno (Glucogenólisis) (López & Fernández, 2006)

El proceso por el cual las células obtienen energía de la glucosa en condiciones anaeróbicas se denomina glucólisis y de ella se produce ácido láctico. En la literatura también se puede encontrar el término glucólisis aeróbica, que se refiere a la parte inicial del metabolismo aeróbico de la glucosa en el cual el ácido pirúvico (piruvato) no sufre la transformación a ácido láctico, sino que se introduce en la mitocondria (Fernández, 2006:188). Desde este momento aparece otra forma de obtención de energía a partir de glucosa. Para Zintl (1991:52) una vez el ácido pirúvico entra en la mitocondria, se oxida y se descarboxida (liberando CO_2), se produce el acetil coenzima A que se introduce en el ciclo del ácido cítrico (ciclo de Krebs) donde se sigue degradando mediante varias enzimas (liberando CO_2 y H). El Hidrógeno liberado se une al Oxígeno (O_2) en la llamada cadena respiratoria. Al final de la cadena respiratoria, los electrones del Oxígeno se unen al H^+ para formar el H_2O . Toda la energía liberada en este proceso es utilizada para refosforilar el ADP (López & Fernández, 2006:197). Según Zintl (1991:52) de allí se obtiene mayor cantidad de ATP, de esta forma, de 1 mol de glucosa se consiguen a través de la oxidación un total de 39 mol de ATP, 36 a partir del ciclo de ácido cítrico. Este proceso se presenta también con el metabolismo de las grasas y de las proteínas (Ver figura 4).

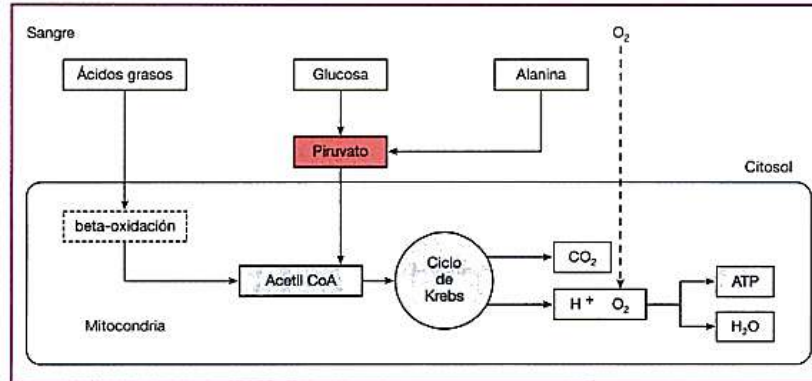


Figura 4. Obtención de energía por diferentes sustratos (López & Fernández, 2006:189).

Un aporte importante con respecto a la utilización de la glucosa lo hacen Sergeyevich & Dmitriyevich (2001:46). Plantean que, a medida que continúa el trabajo, aumenta paulatinamente la glucosa en la sangre. Durante una carga de una hora, el paso de la glucosa del hígado a la sangre corresponde, en lo fundamental, a la cantidad de glucosa que consume el músculo, garantizando con ello su permanente concentración en la sangre, glucosa que se obtiene de la reserva de glucógeno en el tejido muscular e hígado principalmente. Con relación a ello, el agotamiento del glucógeno es un factor significativo en el desarrollo del cansancio.

Resíntesis de la glucosa: Gluconeogénesis

Para Barbany (2002:44) la gluconeogénesis es un proceso mediante el cual se puede reconvertir la glucosa a partir de otros sustratos tales como lactato, piruvato, glicerol y algunos aminoácidos (glucogénicos) circulantes por la sangre aumentados en el ejercicio (Ver figura 5). Este proceso es importante para la resistencia a la fatiga tanto mental como física.

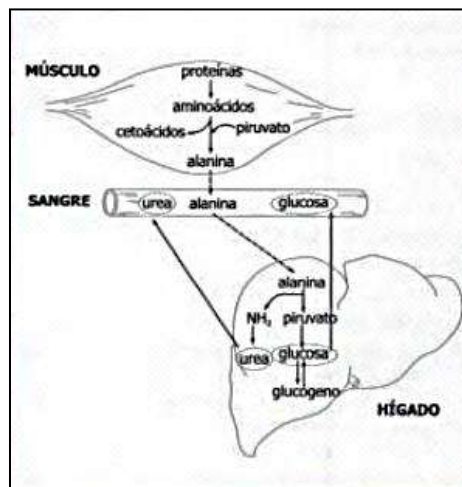


Figura 5. Esquema general de la Gluconeogénesis durante el ejercicio (Barbany, 2002:48).

2.1.3.5. Metabolismo de los lípidos

Posterior a la ingesta de los lípidos, los Glicéridos (ácidos grasos) son hidrolizados por las lipasas (intestinal y pancreática) hasta monoglicéridos y ácidos grasos libres (AGL), y luego absorbidos a través de la mucosa intestinal. La secreción biliar actúa como agente emulsionante imprescindible para una correcta digestión y absorción. Una vez se da la resíntesis, abandonan la mucosa intestinal, son transportados por la linfa hasta el hígado y de allí, después de un proceso de conjugación a proteínas (Lipoproteínas), pasan hasta el tejido adiposo, su lugar de almacenamiento (Barbany, 2002:49). De igual manera López & Fernández (2006:203) afirman que los ácidos grasos se almacenan en el tejido adiposo y en la célula muscular en forma de triglicéridos, tras la esterificación de tres ácidos grasos y una molécula de glicerol (Triacilglicerol = Triglicéridos) en el tejido adiposo.

Durante el trabajo de resistencia empiezan a degradarse los ácidos grasos mediante un proceso llamado lipólisis. Minuchin (2005:114) indica que el ejercicio al 60% del VO_2 máximo aumenta la aparición de AGL en sangre. En esta etapa, el aumento de intensidad de ejercicio atrapa AGL por disminución de flujo sanguíneo en tejido adiposo, y la tasa de lipólisis aumenta. Al empezar la actividad que compromete los procesos de los lípidos ocurre el aumento de la adrenalina y la disminución de la insulina circulante, activando el proceso de lipólisis en el tejido adiposo, y al producirse la lipólisis, los AGL se liberan a sangre, separando los ácidos grasos de los gliceroles (López & Fernández, 2006:203). Minuchin (2005:114) precisa que, además, hay liberación de las hormonas noradrenalina, TSH (tirotrófina) y PTH (paratohormona) y las más importantes son las catecolaminas por su concentración durante el ejercicio.

Después de la salida de los ácidos grasos del tejido adiposo durante el ejercicio aeróbico, los ácidos grasos libres son transportados por la albúmina y se dirigen al tejido muscular (Minuchin, 2005:115). López & Fernández (2006:203) aclaran que al músculo solo pueden entrar los ácidos grasos que son transportados por la albúmina para poder ser solubles en la sangre, y que los gliceroles que se encuentran en plasma pueden dirigirse al hígado para constituir un sustrato gluconeogénico o entrar en la célula muscular e incorporarse a la glicólisis anaeróbica. Al respecto Barbany (2002:49) indica que los gliceroles se incorporan al esquema metabólico de la glucosa o siguen la vía gluconeogénica hepática.

A continuación, los ácidos grasos pasan a la fibra muscular para ser oxidados, pero únicamente en condiciones aerobias, a través de la beta-oxidación y en la mitocondria (Barbany, 2002:50). Para entrar en la mitocondria de la célula muscular, el ácido graso debe adherirse a la Carnitina - aminoácido transportador mitocondrial-proceso que solo se activa mediante trabajo aeróbico (Minuchin, 2005:107; Barbany, 2002:50).

A la entrada del ácido graso a la mitocondria celular puede ser oxidado. Este proceso de beta-oxidación produce un acetil CoA igual al que se produce a partir del piruvato por lo que comienza el ciclo de Krebs (Minuchin, 2005:108). A partir de aquí se obtienen 35 ATP que son utilizados como energía mecánica para la contracción muscular. Se puede observar el esquema general en la gráfica que presentan López & Fernández (2006). (Ver figura 6).

Además de este proceso, Minuchin (2005:109) indica que cada ácido graso genera abundantes NADH+H y FADH por lo que satura rápidamente la mitocondria y no puede devolver con facilidad o velocidad los NAD y FAD libres, y este es uno de los motivos por los que la intensidad del ejercicio disminuye.

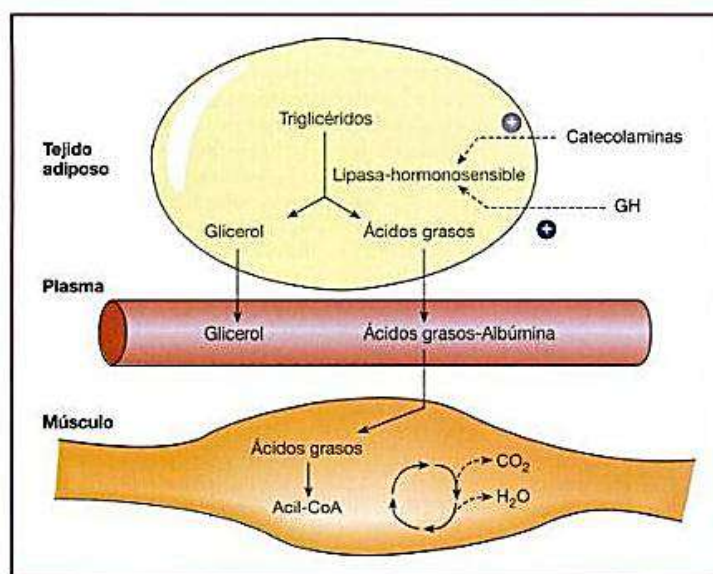


Figura 6. Utilización de los ácidos grasos desde el tejido adiposo (López & Fernández, 2006:204)

2.1.4. Aspectos cardiorrespiratorios en el trabajo de resistencia

2.1.4.1. Sistema cardiorrespiratorio

Los esfuerzos físicos de grandes masas musculares a través de un periodo largo de trabajo (entrenamiento de resistencia) con la correspondiente intensidad, sólo son posibles cuando la mayor demanda de energía de la musculatura activa se cubre por vía aeróbica. Para el suministro aeróbico de la demanda de energía, la célula muscular necesita combustible (glucosa, ácidos grasos) y, sobre todo, Oxígeno en cantidades suficientes. Para cubrir la alta demanda de Oxígeno es necesario aumentar el consumo máximo de Oxígeno (Rittel, 1978:55). La misma función general sobre este sistema la describen López & Fernández (2006:321), cual

es satisfacer las demandas metabólicas de cada uno de los tejidos de nuestro organismo, y, específicamente, satisfacer a la célula muscular sus necesidades de Oxígeno y combustibles, retirar del entorno celular todos los productos del metabolismo y contribuir a los mecanismos de termorregulación.

Para que ello se cumpla, Sergeyeovich & Dmitriyevich (2001:52) precisan que es indispensable el transporte de Oxígeno del medio ambiente a las mitocondrias, según las necesidades del músculo, lo que se logra manteniendo una presión adecuada de O₂ en los alvéolos, suficiente para la difusión óptima de éste en la sangre arterial y con un incremento de la circulación central de la sangre suficiente para garantizar el suministro de la cantidad necesaria de O₂ a los músculos activos.

2.1.4.2. El corazón

Rittel (1978:20) presenta el esquema general del comportamiento del corazón para suministrar energía, indicando que las cámaras musculares del corazón, las cuales están divididas en dos aurículas y dos ventrículos, bombean en cada pulsación alrededor de 70ml de sangre hacia la circulación y por minuto alrededor de 4.5 a 5 litros de sangre, para lo cual el corazón realiza dos procesos: sístole, proceso por el cual el corazón se contrae y con ello se vacía, y diástole, proceso por el cual el corazón se relaja y llena el corazón.

2.1.4.3. El corazón durante el ejercicio aeróbico

Al realizar un ejercicio se presentan cambios cardíacos específicamente en el aumento del gasto. Prentice (2001:129) lo define como el indicador de la cantidad de sangre que es capaz de bombear el corazón en 1 minuto, según López & Fernández (2006:321), la cantidad de sangre oxigenada que desde el ventrículo izquierdo se reparte por todo el organismo en un minuto. Este aumento depende de factores como la masa muscular implicada, la intensidad del ejercicio y, por supuesto, la capacidad del corazón para aumentar su volumen sistólico y permitir el aumento de la cantidad de Oxígeno que los tejidos periféricos consumen para satisfacer sus necesidades metabólicas. Por tanto, el gasto cardíaco es el determinante principal del índice máximo posible de consumo de Oxígeno (Prentice, 2001:129) (Ver figura 7).

La fórmula para el Gasto Cardíaco es = **Volumen sistólico x Frecuencia cardíaca**

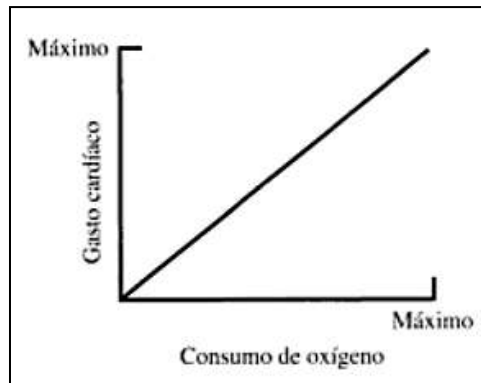


Figura 7. Relación entre gasto cardíaco y consumo máximo de Oxígeno (Prentice, 2001:129).

Prentice (2001) señala que un efecto observable del entrenamiento, con relación al gasto cardíaco, es que el volumen sistólico aumenta y el corazón se torna más eficiente porque es capaz de bombear más sangre con cada latido, pues el corazón es un músculo y experimentará hipertrofia, un cierto aumento de tamaño y fuerza, lo que en modo alguno constituye un efecto negativo del entrenamiento. Otro efecto del entrenamiento de resistencia en el sistema cardiorrespiratorio es que crecen simultáneamente la capacidad de transportar Oxígeno y la eficacia del sistema de utilización de O_2 en los músculos, de tal suerte que, con trabajos orientados al desarrollo de la resistencia, los cambios principales son propios del volumen sistólico del corazón, lo que puede asegurar un incremento al 40% del volumen máximo de sangre como mínimo. (Sergeyevich & Dmitriyevich, 2001:52).

2.1.4.4. La sangre

La sangre es un componente fundamental en el transporte de Oxígeno en el trabajo de resistencia. Prentice (2001:130) precisa que la sangre es la encargada de transportar Oxígeno a través del sistema mediante su unión con la hemoglobina, que se encuentra en los glóbulos rojos, es una proteína que contiene hierro y puede recibir y ceder sin problemas moléculas de Oxígeno según se necesiten. El entrenamiento para mejorar la resistencia cardiorrespiratoria produce un aumento del volumen total de sangre, con un aumento correspondiente de la cantidad de hemoglobina.

2.1.4.5. Los pulmones

Los pulmones se encargan de recibir el aire del ambiente y transportar el Oxígeno hacia el corazón, que posteriormente enviará al músculo para la contracción mediante los procesos explicados (Sergeyevich & Dmitriyevich, 2001:52) (Ver figura 8). Como resultado del entrenamiento, la función pulmonar aumenta en el individuo entrenado en comparación con el

que no lo está, y por esto el volumen de aire inspirado en una única ventilación máxima aumenta, así como la capacidad de difusión de los pulmones, facilitando el intercambio de Oxígeno y dióxido de carbono. (Prentice, 2001:130).

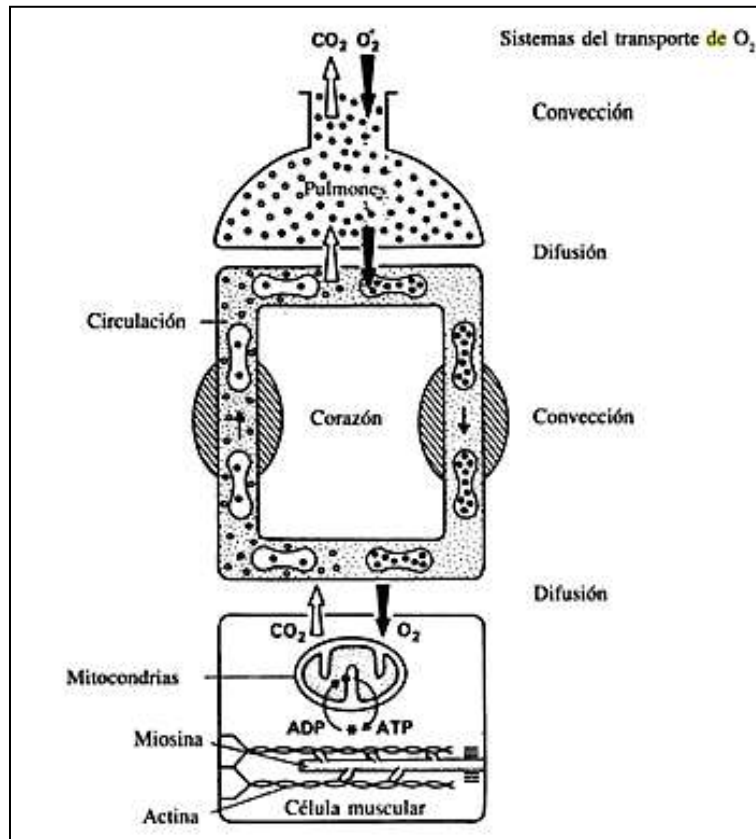


Figura 8. Intercambio gaseoso en el sistema respiratorio (Sergeyevich & Dmitriyevich, 2001:53).

2.1.5. Factores psicológicos para el entrenamiento de resistencia

Este componente del entrenamiento deportivo es fundamental para la aplicación de sesiones de entrenamiento. Como afirma Vasconcelos la división de la sesión de entrenamiento se realiza según los principios fisiológicos, psicológicos y pedagógicos. En tal sentido, en las sesiones de entrenamiento se debe buscar la excitación óptima del sistema nervioso, para conseguir una concentración en la tarea principal, buscando propiciar una disposición óptima para asumir el contenido del programa de entrenamiento. (2005:156)

López & Fernández (2006:472) resaltan la importancia de aspectos psicológicos tales como la determinación para hacer frente al dolor físico y al desánimo durante el esfuerzo competitivo y las sesiones repetidas de entrenamiento. Así, tanto los aspectos psicológicos como los

fisiológicos son sensibles a las adaptaciones inducidas por el entrenamiento planificado y gestionado de forma adecuada.

Shephard & Astrand (1996) señalan que el factor psicológico durante el ejercicio es de crucial importancia para lograr rendimientos de resistencia superiores a la media. Es lógico suponer que el individuo que tiene una alta capacidad de tolerancia al dolor durante el ejercicio, tiene ventaja. Scott & Gijbers (1981) descubrieron que la tolerancia al dolor era mayor en nadadores de nivel nacional ($n=30$)² que en nadadores de clubes menos competitivos ($n=30$) o que en atletas aficionados no competitivos ($n=30$). El estímulo de dolor consistía en hinchar un esfigmomanómetro normal hasta 100 mmHg por encima de la presión arterial sistólica del sujeto y después se producía isquemia a los individuos al abrir y cerrar las manos a un ritmo de una vez por segundo, encontrando diferencias significativas entre los tres grupos.

2.1.6. VO_2 máximo (consumo máximo de Oxígeno)

La mejor medida cuantitativa de la capacidad cardiorrespiratoria es el consumo máximo de Oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$), que es la capacidad del organismo para captar, transportar y utilizar Oxígeno durante el ejercicio físico. (López & Fernández, 2006:442; Heyward, 2008:55). Litwin & Fernández (1995:108) lo definen como “la cantidad de Oxígeno que el organismo es capaz de tomar, distribuir y utilizar en la unidad de tiempo”, que se expresa por minuto.

Para Heyward (2008:55) el VO_2 máximo durante el ejercicio refleja la utilización del Oxígeno por los músculos durante el ejercicio y la capacidad del corazón, los pulmones y la sangre para transportar Oxígeno hacia los músculos que se ejercitan. Este funcionamiento refleja integralmente la potencia aeróbica del organismo (Sergeyevich & Dmitriyevich, 2001:204).

Según Shephard & Astrand (2007:204) “el consumo máximo de Oxígeno mide la capacidad del cuerpo para transportar Oxígeno desde el aire ambiental hasta los músculos que están trabajando, y es uno de los determinantes más importantes del rendimiento de resistencia”.

Arasa (2005:129) define el consumo de Oxígeno como “la capacidad que tiene un organismo para absorber, a través de la respiración, la mayor cantidad posible de O_2 . El consumo de Oxígeno está representado por VO_2 y expresa la cantidad de Oxígeno, medida en volumen, que el organismo utiliza para obtener la energía producida por vía aeróbica... su determinación y cuantificación permite medir indirectamente la energía producida por vía aeróbica”.

² $n=30$: muestra del estudio

Diéguez (2004:38) señala que el VO_2 máximo “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”. Esta definición del consumo máximo de Oxígeno expresa de manera muy general el proceso cardiorrespiratorio en el organismo, tras un esfuerzo físico.

De acuerdo con Heyward (2008:56), el VO_2 máximo puede expresarse de varias maneras:

- El pico de VO_2 es el consumo máximo de Oxígeno medido durante la prueba de esfuerzo en forma independiente de si se alcanza la meseta del VO_2 máximo.
- El VO_2 absoluto se expresa en litros por minutos ($\text{L} \cdot \text{min}$) o en mililitros por minuto ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$) y representa la medida del costo de energía en las actividades sin tolerancia de peso.
- El VO_2 máximo relativo es útil para calcular el costo de energía de actividades con tolerancia de peso, como caminata, carrera y escalinata.
- El VO_2 total es el consumo de Oxígeno total y refleja el gasto de calorías, tanto en reposo como durante el ejercicio.
- El VO_2 neto representa el exceso de consumo de Oxígeno con respecto al que se produce durante el reposo.

2.1.6.1. Valoración del VO_2 máximo

En la valoración del VO_2 máximo se necesita la integración de los sistemas respiratorios, cardiovascular y neuromuscular, lo cual da un significado fisiológico significativo a esta medida metabólica (Pérez, 2006:442). Además, para su valoración se deben activar grandes grupos musculares con intensidad y duración suficiente para conseguir una transferencia máxima de energía por vía aeróbica. Igualmente, Litwin et al. (1995) indican utilización de los sistemas, agregando que se necesita del funcionamiento del aparato respiratorio, el aparato circulatorio, la sangre y los tejidos (en este caso interesa fundamentalmente el sistema músculo esquelético).

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se puede medir con bastante precisión en un laboratorio de fisiología del ejercicio mediante el análisis de la composición del aire que la persona inspira y expira (análisis del intercambio gaseoso), procedimiento de medida que es caro, lleva mucho tiempo y no está

disponible para la mayoría de personas. Por ello se utilizan con frecuencia distintos tests indirectos de estimación del consumo de Oxígeno, no tan exactos, pero que han mostrado su utilidad en personas que realizan actividad física para mejorar su salud. (Pérez, 2006:444)

2.1.6.2. Métodos directos para la determinación del VO₂ máximo

Litwin et al. (1995) mencionan tres tipos de instrumentos o medios: la bicicleta ergométrica, la cinta transportadora y las subidas a un banco. Estas mediciones directas implican esfuerzos máximos, en tests complejos en los que se modifica progresivamente la intensidad de carga que se impone el individuo. Es necesario contar además con el equipo apropiado para coleccionar aire espirado y determinar el consumo de Oxígeno por minuto.

2.1.6.3. Métodos indirectos para la determinación del VO₂ máximo

Son métodos más sencillos, que emplean solamente ejercicios submáximos y no requieren equipamiento costoso altamente sofisticado.

2.1.6.4. Factores que influyen sobre la estimación del VO₂ máximo

Genética: determinante de la capacidad física del individuo, es factor decisivo para el VO₂ máximo. Se estima que el entrenamiento no puede aumentar más del 30 al 40% los valores predeterminados (Barbany, 2002:66).

Masa Muscular: a mayor masa muscular implicada en el ejercicio, mayor es el VO₂ máximo alcanzable. Por este motivo, al valorar el VO₂ máximo, el protocolo seguido debe solicitar la mayor masa muscular posible. Un entrenamiento elaborado específicamente para mejorar el potencial aeróbico, debe actuar sobre grupos musculares importantes (Barbany, 2002:66).

Edad: el máximo de VO₂ máximo se puede lograr hacia los 20 o 25 años, tanto en términos absolutos, como relativos, de peso (Barbany, 2002:66).

Motivación: el deportista puede aumentar de forma apreciable el VO₂ máximo, por lo cual es necesario animarlo, especialmente en los momentos finales del trabajo o prueba con elevadas potencias de trabajo. En algunos casos puede suponer incrementos de hasta el 10% en el VO₂ máximo (Barbany, 2002:66).

Entrenamiento: con el entrenamiento mejora la coordinación de los grupos musculares que participan en el movimiento, la técnica de ejecución y la coordinación neuromuscular, rebajando sensiblemente su coste metabólico (Barbany, 2002:67).

Factores climáticos y ambientales: el ejercicio efectuado en condiciones desfavorables de temperatura, humedad, viento o alto nivel de contaminación atmosférica, requiere un superior aporte de O₂ (Barbany, 2002:64).

Peso: los progresos del sujeto en el VO₂ Máximo relativo, luego de un programa de ejercicio aeróbico de 16 semanas, podrían reflejar tanto el aumento de la capacidad de los aparatos cardiovascular y respiratorio (aumento del VO₂ Máximo absoluto) como la pérdida de peso (aumento del VO₂ relativo expresado en ml * Kg * min⁻¹ secundario a las reducción del peso corporal) (Heyward, 2008:56).

2.1.6.5. Test de Luc Léger

Se denomina así en honor a su creador, Luc Léger, quien fuera profesor de la Universidad de Montreal y encaminó sus estudios principalmente hacia investigaciones relacionadas con la condición física y el rendimiento.

Montoro (2003:11) afirma que “el test de Luc Léger aparece o se menciona por vez primera en 1982 con el palier de dos minutos, es modificado en 1984 al palier de 1 minuto y en 1988 se actualiza con la fórmula actual para el cálculo de potencia aeróbica e indirectamente de VO₂ máximo”. Desde entonces es uno de los protocolos de evaluación más valorados en el ámbito de las ciencias del deporte y la actividad física. El test mide la potencia aeróbica máxima, es decir, la capacidad de producir una actividad física continuada en la que el principal factor limitativo es la capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio, e indirectamente el consumo máximo de Oxígeno, medido en VO₂ máximo. Esta prueba se utiliza generalmente para determinar la capacidad aeróbica de sujetos jóvenes con un nivel de entrenamiento medio o bajo, quedando progresivamente desestimada para atletas con un alto rendimiento (Corral & Del Castillo, 2010).

Léger et al. (1988: 93-101) lo describen como un test máximo de 20 metros para predecir el VO₂, que se realiza en carrera 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.

Para Rueda et al. (2001) el protocolo del test de Léger consiste en recorrer durante el máximo tiempo posible una distancia de 20 metros a una velocidad progresiva que comienza a 8 Km/h, y va aumentando, de forma paulatina, cada minuto, 0.5 Km/h. Los sujetos se sitúan detrás de la línea de salida, a un metro de distancia entre ellos. Puesto en marcha el audio, a la señal de salida corren hasta pisar la línea que marca los 20 metros. De nuevo, a la señal, corren a la línea de inicio. Se debe seguir el ritmo de la señal auditiva. El ciclo se repite hasta que el sujeto no alcance a pisar la línea en el momento que lo indique la señal. En ese momento se retirará de la prueba, recordando el último periodo que haya escuchado, el tiempo en minutos y segundos y la frecuencia cardíaca.

Materiales

Superficie llana de 20 metros, conos, audio con el registro del protocolo, cronómetro y planillas para la toma de los datos mencionados al terminar la prueba (Ver apéndice 3).

En jóvenes de ocho a dieciocho años, se emplea la fórmula:

$$VO_2 \text{ máximo} = 31.025 + 3.238 X - 3.248 A + 0.1536 A X$$

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

A= edad

Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18. Para el cálculo se necesita la velocidad máxima alcanzada y esa velocidad se extrae según la cantidad de minutos que haya alcanzado (ver figura 9). (Léger et al., 1988)

Stage (min)	Max speed (km h ⁻¹)
1	8.5
2	9.0
3	9.5
4	10.0
5	10.5
6	11.0
7	11.5
8	12.0
9	12.5
10	13.0
11	13.5
12	14.0
13	14.5
14	15.0
15	15.5
16	16.0
17	16.5
18	17.0
19	17.5
20	18.0

Figura 9. Velocidad alcanzada en km/h para el cálculo del VO₂ máximo (Léger et al., 1998)

2.1.6.6. Validez de la fórmula del test de Luc Léger para menores de 18 años

Es indispensable garantizar que la prueba realizada tenga una confiabilidad que permita demostrar que se hizo una buena medición de la potencia aeróbica. Para tal fin, García et al. (1996) indican que los valores en la teoría sobre el test Course Navette, respecto al VO₂ máximo, tienen una validez de 0,84. Léger et al. (1988) señalan que la fórmula planteada para los menores de 18 años tiene una validez de 0,71. Para obtener esta regresión, la prueba se realizó de manera individual con 188 niños y niñas entre 8-19 años.

Léger et al. (1988) establecen que la misma ecuación se podría utilizar manteniendo constante la edad de 18 ($r = 0,90$, $n = 77$ hombres y mujeres de 18-50 años de edad). También se presentan coeficientes de fiabilidad test-retest de 0,89 para los niños (139 niños y niñas de 6-16 años de edad). En otro estudio para determinar la validez del test y de la fórmula planteada por Léger para el cálculo del VO₂ máximo en jóvenes, Liu et al. (1992) confirmaron un coeficiente de correlación de 0,93, $n = 20$.

2.1.6.7. Valores de VO₂ máximo en el fútbol

En fútbol se han observado valores altos de VO₂ máximo considerados como ideales en futbolistas de élite. Si bien no es un parámetro definitivo para considerar a un futbolista como

bueno o malo, son valores de referencia para la toma de decisiones (selección, movimientos durante el juego), por lo que los futbolistas deberán estar cerca de alcanzar o sobrepasar estos valores, de acuerdo a su posición.

En tal sentido, diferentes autores establecen los valores que deben alcanzar los futbolistas en su VO_2 máximo. Sergeyeovich & Dmitriyevich (2001) lo estiman para algunos deportes, incluyendo el fútbol (ver figura 10), y son valores generales que en promedio alcanzan los $60 \text{ mL/kg/min}^{-1}$.

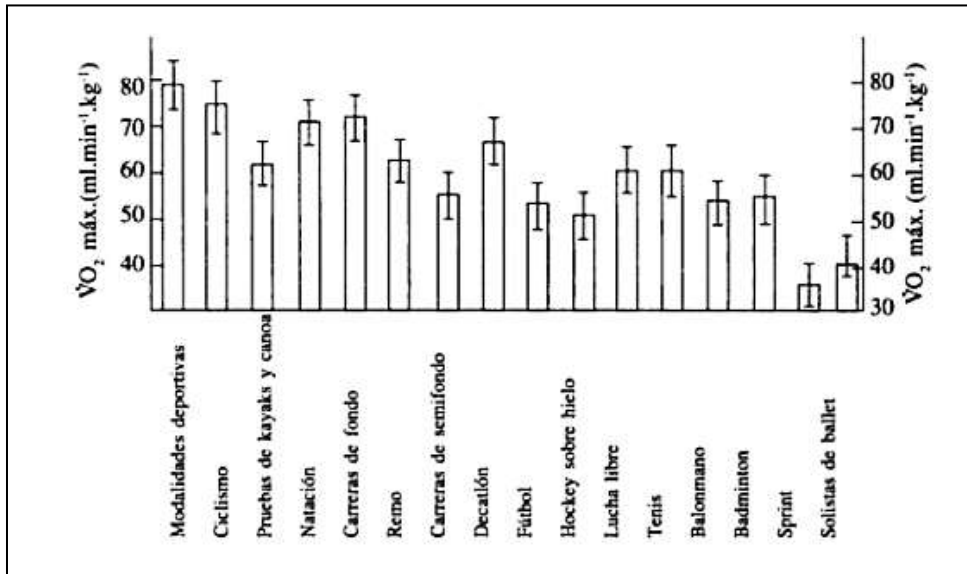


Figura 10. Valores de VO_2 máximo para algunos deportes (Sergeyeovich & Dmitriyevich, 2001)

Duncan et al. (2005:152) presentan valores estándar de VO_2 máximo para el fútbol (ver tabla 1) en ml/kg/min^{-1} , donde se observa un rango amplio para hombres entre el valor mínimo (50) y el valor más alto (70). Wilmore & Costill (2007) presentan valores para hombres futbolistas entre 54 y $64 \text{ ml/kg/min}^{-1}$, similares a los que proponen Duncan et al. (2005) y Sergeyeovich & Dmitriyevich (2001).

Tabla 1. Valores de VO₂ máximo para algunos deportes

<i>Deportes</i>	<i>Intervalos (ml·kg⁻¹·min⁻¹)</i>	
	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>
Esquí nórdico	69-95	56-74
Carrera de media distancia	70-86	-
Carrera de larga distancia	65-80	55-72
Remo	58-74	48-68
Ciclismo	56-72	-
Natación	54-70	48-68
Fútbol	50-70	-
Patinaje artístico	-	42-54
Lucha libre	50-70	-
Gimnasia	48-74	38-48
Hockey sobre hielo	45-65	-
Hockey sobre hierba	39-49	-
Baloncesto	45-65	42-54
Fútbol americano	40-60	-
Béisbol	40-60	-
Sin entrenamiento previo	38-52	30-46

Fuente: Duncan et al. (2005:152)

2.1.6.8. Comportamiento del VO₂ máximo en un partido de fútbol

Palavecino (2002) señala que los esfuerzos realizados por los deportistas en el fútbol se sitúan entre el 65 y el 95% del VO₂ máximo. Para Bangsbo (1994) durante un partido un futbolista presenta un consumo de Oxígeno de alrededor de 75% de su consumo máximo de Oxígeno (VO₂ máximo) lo que requiere una habilidad para mantener esfuerzos cercanos al umbral anaeróbico.

Otros investigadores han evaluado el consumo máximo de Oxígeno durante un partido con equipos que analizan los gases expirados y se han obtenido valores medios entre 45 y 65% del VO₂ máximo (Faina et al., 1988; Kawakami et al., 1992; Rodríguez et al., 1995). Sin embargo, existe un margen de error en la medición, ya que mientras el futbolista carga el equipo analizador de gases no puede desenvolverse con la misma facilidad (Ramos et al., 1994; Shephard, 1999). Más allá de la dificultad que representa cargar el analizador de gases para realizar la prueba, ésta es una forma ideal para medir el comportamiento del VO₂ máximo en la competencia.

Además, se sabe que un futbolista alcanza durante un partido entre 160-170 pulsaciones por minuto, lo que puede representar el 85% de su frecuencia cardíaca máxima (Rohde & Espersen, 1988; Van Gool et al., 1988), aunque en los esfuerzos intensos se puede alcanzar entre un 90 – 95% de la frecuencia cardíaca. (Hoff et al., 2002)

2.1.7. Frecuencia cardíaca

El aumento de la frecuencia cardíaca aumenta proporcionalmente el consumo de Oxígeno. Así, cuando se alcanza la frecuencia cardíaca máxima también se alcanza el consumo máximo de Oxígeno. Por tal motivo Billat (2002:86) plantea que la frecuencia cardíaca da una indicación fiable de la intensidad relativa del ejercicio para los ejercicios de al menos 2 minutos (duración mínima para la cual la frecuencia cardíaca es el reflejo del metabolismo aeróbico).

El American College of Sports Medicine (Billat, 2002:86) establece el consenso relativo a la zona de intensidad ideal para entrenarse. La zona de frecuencia cardíaca elegida es del 60 al 90% de la frecuencia cardíaca máxima, calculada según el método de Karvonen, de 15 a 60 minutos por sesión y 2 a 3 veces por semana. Lehmann et al. (1993) expresan que la frecuencia cardíaca en reposo se puede elevar, en caso de fatiga, debido a una sobrecarga de entrenamiento incompatible con la capacidad de recuperación del deportista puesto que la frecuencia cardíaca es sensible al sobre entrenamiento.

2.1.7.1. Frecuencia cardíaca en reposo

La frecuencia cardíaca de reposo no se puede utilizar como medida de la aptitud cardiorrespiratoria (Heyward, 2008). Wilmore & Costill (2007:307) indican que los deportistas de resistencia muy entrenados, con frecuencia tienen ritmos en reposo de 40 latidos/minuto o menos. De la misma manera, Platonov & Bulatova (2001:282) refieren que la frecuencia cardíaca de reposo igual a 50-60 p/m es habitual para los deportistas de élite especializados en las modalidades que exigen elevada resistencia a la fatiga.

Según Heyward (2008:28) La Frecuencia cardíaca de reposo se puede medir mediante:

- **Auscultación:** se debe colocar la campana del estetoscopio sobre el tercer espacio intercostal a la izquierda del esternón. Se deben contar los latidos del corazón durante 30 o 60 segundos. El recuento durante los 30 segundos se debe multiplicar por 2 para convertirlo en latidos por minuto.
- **Palpación:** se puede palpar el pulso en las arteria braquial, carótida, radial o temporal. Para la medición el sujeto debe descansar durante 5 o 10 minutos en decúbito supino o sentado.
- **Monitor de frecuencia cardíaca o electrocardiograma ECG:** están diseñados para detectar el pulso o la señal electrocardiográfica procedente del corazón. Tienen una pantalla digital que muestra la frecuencia cardíaca.

Independiente de la técnica utilizada para medir la frecuencia cardíaca, se debe recordar que esta fluctúa con facilidad en función de la temperatura, la ansiedad, el ejercicio, el estrés, la comida, el tabaquismo, la ingestión de café, el momento del día y la posición del cuerpo. En posición decúbito dorsal la frecuencia cardíaca en reposo es menor que en posición sedente o de pie.

Otra forma de medir la frecuencia cardíaca es mediante un pulsómetro de pulsera. Es un aparato que consta de una cinta transmisora que se coloca rodeando el perímetro del tórax del participante, donde termina el músculo pectoral y en contacto con la piel que cubre las costillas. Se coloca hacia adelante y se debe ajustar. La cinta recoge y amplifica el potencial eléctrico que el músculo cardíaco produce durante la contracción, luego este pequeño cambio de potencial eléctrico lo capta la cinta que rodea el pecho y lo transmite a un receptor de pulsera que muestra o almacena la señal. (Mora, 2010:63)

2.1.7.2. Comportamiento de la frecuencia cardíaca durante la recuperación

Después del entrenamiento, la frecuencia cardíaca desciende paulatinamente al nivel de reposo, según la carga de trabajo realizada. Wilmore & Costill (2007:306) plantean que la recuperación o disminución de la frecuencia cardíaca puede considerarse como un índice de aptitud cardiorrespiratoria. Con respecto al nivel de rendimiento del deportista plantean que, en general, una persona que está en mejor nivel de aptitud se recupera más de prisa después de un esfuerzo de intensidad estandarizada que una persona que no está en tan buena forma, pero factores distintos al nivel de entrenamiento pueden afectar al período de recuperación de la frecuencia cardíaca. Por ejemplo, el entrenamiento en ambientes calurosos o a grandes alturas puede prolongar la elevación de la frecuencia cardíaca.

Para Vinuesa & Coll (1987:110) en términos generales, y para esfuerzos aeróbicos, un descenso de 20-30 o más pulsaciones en un minuto es un índice más que aceptable de recuperación. En esfuerzos anaeróbicos el descenso de 30 o más pulsaciones en un minuto, es también buen signo de recuperación. En cada caso, el tiempo de recuperación representado por el descenso de pulsaciones significa la reposición de los recursos energéticos y la eliminación de los productos tóxicos, si los hubiera.

Wilmore & Costill (2007:307) indican que el período de recuperación de la frecuencia cardíaca se reduce al incrementar la resistencia, por lo que este valor resulta muy adecuado para rastrear el progreso de un individuo con el entrenamiento. No obstante, no sirve para comparar los niveles de aptitud de distintas personas.

Calderón et al. (1997) plantean que la recuperación de la frecuencia cardíaca se presenta en 2 momentos: un descenso rápido, de un minuto aproximadamente (fase de descenso rápido de la frecuencia cardíaca), y se presenta un descenso de las pulsaciones más rápido; y un descenso más lento (fase de descenso lento de la Frecuencia cardíaca), que continúa a lo largo de un periodo indeterminado. Para el cálculo de los índices de recuperación después del esfuerzo, Calderón & Benito (2001) proponen:

$$\text{Índice de recuperación} = \frac{FC \text{ máxima} - FC (1' - 3' - 5')}{FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo}} \cdot 100$$

Con respecto a la recuperación de la frecuencia cardíaca, Calderón et al. (1994) no encontraron diferencias significativas en el comportamiento de la frecuencia cardíaca de recuperación en tres tipos de esfuerzo de diferente intensidad y duración, por lo que la frecuencia cardíaca de recuperación en la fase rápida pudiera ser independiente de la intensidad del ejercicio, mientras que la fase lenta de recuperación de la frecuencia cardíaca podría depender más directamente de la intensidad del ejercicio.

2.1.8. Importancia de la resistencia en el fútbol

La capacidad de resistencia es fundamental para el fútbol y el aumento de la resistencia cardiorrespiratoria es uno de los beneficios de los programas de entrenamiento (Heyward, 2008:36). Además, en el ámbito de lo deportivo, el desarrollo de la resistencia aeróbica permite retrasar la aparición de la fatiga durante la competición, aumentar la capacidad para soportar las cargas de trabajo de los entrenamientos, mejorar la capacidad de recuperación entre esfuerzos y estabilizar la técnica deportiva. La mejora de la resistencia aeróbica permite un restablecimiento más rápido de las concentraciones de fosfocreatina y ATP durante los periodos de descanso (Pardo, 2006:471). Se establece así una relación entre el nivel de acondicionamiento aeróbico y el nivel de rendimiento durante esfuerzos intermitentes de alta intensidad.

De acuerdo con Tomlin & Wenger (2001), a partir de la revisión de literatura sobre el tema, se puede afirmar que la mejora de la resistencia aeróbica aumenta la capacidad de recuperación durante la realización de ejercicio intermitente de alta intensidad, mejorando la tasa de aclaramiento de lactato y aumentando la resíntesis de fosfocreatina. En el fútbol, un deporte intermitente, es importante el trabajo aeróbico para disminuir la fatiga y mejorar la recuperación para esfuerzos de alta intensidad.

2.2. Entrenamiento de resistencia

2.2.1. Factores determinantes para la realización del plan de entrenamiento de resistencia

2.2.1.1. Nivel inicial de entrenamiento

El nivel inicial de entrenamiento de un sujeto se debe considerar un período de adaptación al ejercicio. Sujetos con alto nivel de rendimiento, requieren adaptaciones relativamente menos significativas (Pardo, 2006:475). Lucia et al. (1999) reportan que en el entrenamiento riguroso por 7 meses de ciclistas profesionales de élite internacional consiguen adaptaciones relativamente modestas en algunos parámetros, como la respuesta del ácido láctico, mientras que en otros, como en el VO_2 máximo, simplemente se consigue mantener los altos niveles alcanzados.

2.2.1.2. Frecuencia de entrenamiento

En sujetos sedentarios o poco entrenados, el aumento en la frecuencia de entrenamiento no siempre se asocia con mejores resultados. Estudios a corto plazo indican que, en este tipo de población, tres sesiones a la semana producen una mayor mejora en el rendimiento que cinco sesiones a la semana (López & Fernández, 2006:476).

Otros estudios indican que no hay diferencias en el VO_2 máximo al comparar programas de entrenamiento de dos y cuatro sesiones a la semana (López & Fernández, 2006:476). Ramírez et al. (2012) refieren que un entrenamiento de 2 y 3 sesiones a la semana no indican diferencias en el VO_2 máximo. Por tanto, la magnitud y tipo de adaptaciones asociadas al entrenamiento aeróbico están más relacionados con otros parámetros del entrenamiento, fundamentalmente la intensidad, que con la frecuencia (López & Fernández, 2006:476).

2.2.1.3. Intensidad de entrenamiento

Con la frecuencia cardíaca se puede estimar el VO_2 correspondiente de trabajo, con un error de $\pm 8\%$ (ver tabla 2). Cuando se utiliza la frecuencia cardíaca, se expresa bien como porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima o bien como porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (López et al., 2006:477). El método de Karvonen utiliza este parámetro para establecer la intensidad de entrenamiento, expresándola en un porcentaje de la frecuencia cardíaca de

reserva. Establece la intensidad mínima para introducir adaptaciones aeróbicas en el 60% de la frecuencia cardíaca de reserva (Karvonen et al., 1957).

Con este método se puede obtener las frecuencias cardíacas de entrenamiento que dictan los métodos de la resistencia, y a su vez observar en qué porcentaje del VO₂ máximo está trabajando el deportista, para controlar que las cargas se apliquen según los criterios, tanto del método, como de los indicadores esenciales para la mejora de la capacidad aeróbica. La fórmula planteada es:

$$\text{FC de entrenamiento} = ((\text{FC máxima} - \text{FC reposo}) * (\text{Intensidad (\%)}) + \text{FC reposo}$$

Tabla 2. Relación entre el porcentaje de la FC máxima y el porcentaje del VO₂ máximo

Porcentaje de Frecuencia cardíaca máxima	Porcentaje de VO ₂ máximo
50	28
60	40
70	58
80	70
90	83
100	100

Adaptada de McArdle et al. (López & Fernández, 2006)

La intensidad se debe ajustar de forma individual. Según el American College of Sport Medicine citado (Billat, 2002) en personas con cierto grado de condición física, el entrenamiento destinado a la mejora de la resistencia aeróbica se debe realizar a una intensidad entre 70% y 90% de la frecuencia cardíaca máxima. Las diferencias que puede generar un trabajo a intensidad del 60% de la frecuencia cardíaca máxima no son las mismas a las causadas por intensidades próximas a la frecuencia cardíaca máxima (López & Fernández, 2006:478).

En la tabla 3 se presentan las zonas de intensidad para el entrenamiento de la resistencia aeróbica y las adaptaciones que se generan, según López & Fernández (2006).

Tabla 3. Resumen de las zonas de trabajo según la intensidad para trabajos de resistencia aeróbica

Zona	% de la FC	Consideraciones
Zona 1	50 – 60%	Suficiente para algunos beneficios sobre la salud e indicada para iniciarse en el entrenamiento o para periodos de vuelta al entrenamiento después de lesiones
Zona 2	60 – 70%	Se alcanzan adaptaciones cardiovasculares y se considerada la zona del ejercicio para la salud
Zona 3	70 – 85%	En deportistas entrenados, el umbral láctico estará situado en algún punto en este rango de intensidades. Se considera la zona sensible de entrenamiento. El entrenamiento a estas intensidades permite desplazar la aparición del umbral láctico hacia intensidades superiores
Zona 4	85 – 100%	A estas intensidades hay mejoras en tolerancia al lactato, economía del movimiento y mejora del VO ₂ máximo

Fuente: López & Fernández (2006)

2.2.1.4. Volumen de entrenamiento

El volumen de la carga de trabajo en el entrenamiento de resistencia viene determinado por la duración de cada sesión y el número de sesiones a la semana. La duración recomendable de la sesión de entrenamiento de resistencia está en función de diversos factores, siendo la intensidad quizás el más importante. Así, trabajando a intensidades entre 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima, la duración recomendable para la población general estaría por encima de los 20-30 minutos, pero aumentando la intensidad se podrían conseguir mejoras similares con duraciones más breves. Algo similar ocurre en la relación entre frecuencia de entrenamiento e intensidad; la frecuencia de entrenamiento óptima es mayor cuanto menor es la intensidad de la sesión (López & Fernández, 2006:480)

El American College of Sports Medicine (Billat, 2002), establece que el estímulo mínimo recomendado para el entrenamiento de la resistencia aeróbica en la población general es de dos sesiones a la semana, a una intensidad mínima del 40-50% del VO₂ Máximo (55-65% de la frecuencia cardíaca máxima) y durante un tiempo mínimo de 10 minutos. Habiendo claridad en que debe haber un aumento progresivo de la carga de trabajo en relación a la mejora de la condición física, de forma que de los valores mínimos se progrese hacia intensidades correspondientes entre 50-85% del VO₂ máximo (65-90% de la frecuencia cardíaca máxima, durante más de dos sesiones a la semana, de entre 20 y 60 minutos cada una). Las recomendaciones referentes al entrenamiento aeróbico se sitúan dentro de un conjunto de

recomendaciones respecto al diseño de un programa de entrenamiento que debe incluir, asimismo, entrenamiento de fuerza y flexibilidad.

2.2.2. Métodos para el desarrollo de la resistencia

Los objetivos fundamentales de los métodos del entrenamiento de resistencia están relacionados con la mejora de la capacidad de obtención y transporte del Oxígeno (Factores centrales del VO_2 máximo), de la mejora de la capacidad de utilización del Oxígeno por parte de los músculos (Factores periféricos del VO_2 máximo), del desplazamiento de la curva de lactato de forma que los diferentes índices utilizados ocurran a intensidades más altas y de la mejora de la economía del movimiento (López et al., 2006:481).

2.2.2.1. Métodos continuos

Se caracteriza por la ausencia de periodos de descanso intercalados, aunque se utiliza con variaciones importantes en cuanto a intensidad y duración en función del nivel de entrenamiento y de los objetivos. Los límites están normalmente entre 30 minutos a dos horas de duración y entre el 60-70% y el 90-95% de la frecuencia cardíaca máxima (López et al., 2006: 481).

Cuando se utilizan duraciones altas, con intensidades bajas o moderadas, se habla de **método continuo extensivo**. La intensidad de trabajo en esta forma de entrenamiento continuo se sitúa entre el umbral aeróbico y anaeróbico (de 1,5 a 3mmol de lactato), correspondiente a frecuencias cardíacas en torno al 65-75% de la frecuencia cardíaca máxima (Navarro, 1998). Los beneficios con el método extensivo son la mejora del metabolismo de los lípidos y adaptaciones cardíacas.

Al entrenamiento continuo realizado a intensidades más altas, y por tanto de menor duración (entre 30 y 60 minutos), se les denomina **entrenamiento continuo intensivo**. Las intensidades de trabajo que se pretenden alcanzar están en torno al OBLA (3-4mmol de lactato), correspondientes a la frecuencia cardíaca máxima (Navarro, 1998). Con este trabajo se busca la mejora del umbral anaeróbico, adaptaciones centrales y periféricas y una mejora de la tolerancia al lactato (López et al., 2006:482).

En la presente investigación se usó el Método Continuo Variable Tipo II, en el que hay variaciones programadas de la intensidad y es una forma de trabajo es similar al denominado Fartlek. La diferencia fundamental radica en que el Fartlek no requiere una manipulación sistemática de las variaciones de intensidad, sino que utiliza fundamentalmente las sensaciones

del deportista. Además, el Fartlek es un método referido exclusivamente a la carrera, mientras que el método continuo variable pretende ser aplicable a cualquier forma de ejercicio. El cambio de intensidades (determinado fundamentalmente por el perfil del terreno o por la decisión del deportista o entrenador) oscila entre el umbral aeróbico (2mmol de lactato aproximadamente o 75% de la frecuencia cardíaca máxima) y por encima del OBLA (5-6mmol de lactato o 90% de la frecuencia cardíaca máxima). La duración total de la sesión varía entre 30 y 60 minutos, con periodos de entre 1 y 10 minutos de elevación de la intensidad, intercalando periodos de recuperación incompleta (Navarro, 1998). Determinando los beneficios de este método, Zhelyazkov (2001) señala que las adaptaciones son la mejora de la densidad mitocondrial, el aumento del contenido de la hemoglobina y el aumento del glucógeno de los músculos (50-60%).

2.2.2.2. Métodos fraccionados

Los métodos fraccionados alternan periodos de esfuerzo con periodos de recuperación. La razón fundamental de la utilización del entrenamiento fraccionado es que permite completar volúmenes de trabajo acumulando a altas intensidades, que con el método continuo no se pueden alcanzar. Este método de trabajo es especialmente importante en sujetos con un alto nivel de entrenamiento, en los que la mejora del rendimiento parece ser más significativa mediante la exposición repetida a altas intensidades a través del entrenamiento fraccionado que aumentando el volumen total de entrenamiento (Laursen & Jenkins, 2002).

Según Navarro (1998) las pautas principales más comúnmente utilizadas del entrenamiento fraccionado son:

Interválico extensivo largo: trabaja con intensidades alrededor del 85% del VO_2 máximo (2-4mmol de lactato), duración de cada repetición entre 2 y 15 minutos (normalmente entre dos y tres), con dos a cinco minutos de duración para cada pausa (hasta alcanzar aproximadamente el 65% de la frecuencia cardíaca máxima) y un volumen total de trabajo incluyendo recuperaciones en torno a 40-60 minutos (6-10 repeticiones).

Interválico extensivo medio: trabaja con intensidades entre el 85% y el 100% del VO_2 máximo (2-6mmol de lactato) duración de cada repetición entre uno y tres minutos (normalmente entre uno y uno y medio), con uno y medio a dos minutos de duración de cada pausa (hasta alcanzar aproximadamente el 65% de la frecuencia cardíaca máxima) y un volumen total de trabajo incluyendo recuperaciones en torno a 35-45 minutos (12-16 repeticiones).

Interválico intensivo corto: esta forma de trabajo fraccionado se suele organizar en tres-cuatro bloques (a cada bloque se le denomina serie) de tres-cuatro repeticiones cada uno, con

intensidades máximas o casi máximas sobre unos pocos segundos de duración (de 10 a 60 segundos) y pausas de dos a tres minutos entre repeticiones y 10-15 minutos entre series.

Según López et al. (2006:482), en el “entrenamiento fraccionado se incluyen también métodos de trabajo específicos del deporte de competición, como el método de repeticiones o el método modelado”. En el método de repeticiones se combinan en la misma sesión distancias ligeramente más cortas o largas que la distancia de la competición a intensidades próximas, por encima y por debajo, a la de competición. En el método modelado se busca el desarrollo específico de las condiciones exigidas para cada especialidad deportiva, trata de ajustar las condiciones del entrenamiento en cuanto a volumen e intensidad a las características físicas, técnicas, psicológicas y tácticas de un deporte.

3. Metodología

3.1. Diseño

El presente trabajo tiene un diseño pre-experimental, de orden cuantitativo y alcance explicativo, donde se analiza el efecto de un plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II sobre el VO_2 máximo, los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5 y la frecuencia cardíaca de reposo. No tuvo muestra aleatoria y fue de participación voluntaria. Se representa: $1 O_1 X_1 O_2$

3.2. Población y muestra

La población para este estudio estuvo conformada por los jugadores de fútbol del Centro de Formación Deportiva La Nororiental, que participan en la Liga Antioqueña de Fútbol en la categoría juvenil A. Se seleccionaron 15 jugadores para hacer la intervención del plan de entrenamiento. Las edades del grupo oscilaron entre 16 y 18 años. Los criterios de selección fueron: a) jugadores de género masculino, b) con experiencia deportiva en fútbol por más de 5 años, c) sujetos aparentemente sanos, d) asistir al menos al 90% del plan de entrenamiento.

3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente

3.3.1.1. Plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II

Posterior al pretest se procedió a diseñar y ejecutar el plan de entrenamiento de resistencia con el Método Continuo Variable Tipo II, con un volumen total de 264 minutos, con intensidad entre 80 y 90 por ciento de la frecuencia cardíaca para los tramos de alta intensidad y frecuencia cardíaca entre 130-140 para los tramos de recuperación (Navarro en López & López, 2008). Este trabajo estuvo distribuido en 5 semanas, con dos sesiones por semana (martes y jueves), para un total de 10 sesiones de entrenamiento (Ver apéndice 1).

A los futbolistas que no completaron las 10 sesiones de entrenamiento en el tiempo estipulado se les dio 2 semanas más, motivo por el cual quienes terminaron en el tiempo establecido fueron evaluados a la semana siguiente de haber terminado el plan y quienes necesitaron las sesiones de reposición fueron evaluados también una semana después de haber terminado el plan.

Sesiones de entrenamiento

Al inicio de cada sesión de entrenamiento se procedió a ubicar el pulsómetro a cada futbolista que iba a ejecutar el método. También se delimitó con conos el espacio por el cual debían trotar. Posteriormente se realizaba un calentamiento con estiramiento sobre la musculatura implicada en la ejecución del método.

En cada sesión de entrenamiento se realizó un trote continuo de 24 ó 30 minutos alrededor de la cancha de fútbol. Cada jugador hacía el trote con un pulsómetro Polar FT1 para que llevara el control de su frecuencia cardíaca. A cada jugador se le entregó una tabla con el rango respectivo de frecuencia cardíaca al que debía trabajar y con información básica sobre su condición física (ver tabla 4). El entrenador constantemente preguntaba por la frecuencia cardíaca para hacerles la sugerencia respectiva sobre aumentar, disminuir o mantener la velocidad de carrera. Para ello el entrenador contaba con una planilla con la frecuencia cardíaca de todos los futbolistas (Ver apéndice 2).

Tabla 4. Información individual de los futbolistas y frecuencias cardíacas de trabajo

Frecuencias de trabajo – Nombre del jugador													
F.C REP	F.C. 80%	F.C. 85%	F.C. 90%	L. MIN.	Índices de recuperación								
					VO ₂ MÁX	F.C. 1'	I.R. 1' (%)	F.C. 3'	I.R. 3' (%)	F.C. 5'	I.R. 5' (%)		

Tras la explicación del método y un calentamiento previo, el entrenador comenzaba la sesión con trote por tres minutos en un rango de 130-140 pulsaciones por minuto. Luego, tres minutos con rangos de frecuencia cardíaca entre el 80 y 90 por ciento de la frecuencia cardíaca. Este procedimiento de tiempos y de frecuencias cardíacas se repetía durante los 24 ó 30 minutos de trabajo bajo este método. Los cambios de ritmo de carrera se informaban a partir del sonido de un silbato que accionaba el entrenador.

En cada sesión de entrenamiento se le preguntó a cada futbolista que había consumido previo al entrenamiento y en qué condiciones de salud estaban y se les hicieron recomendaciones sobre los alimentos que debían consumir antes y después del entrenamiento.

Durante la aplicación se utilizó una planilla de control de asistencia (Ver apéndice 3) donde se controló la asistencia y el tiempo en que realizó el estímulo dentro de la sesión. Esto se realizó para comprobar que cumpliera por lo menos con el 90% del plan de entrenamiento y también para saber qué sesiones debía reponer.

3.3.2. Variables dependientes

3.3.2.1. VO₂ Máximo, índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5y frecuencia cardíaca de reposo

Para determinar el consumo máximo de Oxígeno o VO₂ máximo se puede utilizar el test de Luc Léger (Rueda et al., 2001), que consiste en recorrer durante el máximo tiempo posible una distancia de 20 metros a una velocidad progresiva que comienza a 8 Km/h, y va aumentando, de forma paulatina, 0.5 Km/h cada minuto. Los sujetos se sitúan detrás de la línea de salida a un metro de distancia entre ellos.

Se pone en marcha el audio. A la señal de salida, los sujetos se desplazan hacia el otro lado, hasta pisar la línea que marca la distancia de 20 metros. A la señal, regresan en carrera a la línea de partida. Se debe seguir el ritmo que marque el audio. Se repite el ciclo constantemente hasta que el sujeto no pueda llegar a pisar la línea en el momento que lo indique la señal. En ese

momento se retira de la prueba, anotando el último periodo que haya escuchado, el tiempo en minutos y segundos y la frecuencia cardíaca.

Material: superficie llana de 20 metros, conos, audio del protocolo, cronómetro y planillas para la toma de los datos mencionados al terminar la prueba (Ver apéndice 4).

Fórmula para la obtención de VO₂ máximo (Léger et al., 1988):

$$VO_2 \text{ Máximo} = 31.025 + 3.238 X - 3.248 A + 0.1536$$

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

A= edad. Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.

Luego de realizar el test de Léger se tomó la frecuencia cardíaca a los minutos 1, 3 y 5, y se aplicó la fórmula de Calderón & Benito (2001) para determinar los índices de recuperación.

$$\text{Índice de recuperación} = \frac{FC \text{ máxima} - FC (1' - 3' - 5')}{FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo}} \cdot 100$$

Para la medición de la frecuencia cardíaca de reposo se utilizó un pulsómetro Polar FT1 y se utilizó el método que indica Heyward (2008:28) en el cual, antes de medir la frecuencia cardíaca de reposo, el sujeto debe descansar durante 5 o 10 minutos en decúbito supino o sentado. Se realizó en un lugar tranquilo y los futbolistas enseñaban para que los evaluadores observaran el menor valor.

3.3.3. Variables intervinientes

Alimentación: este componente es difícil de controlar en el ámbito del deporte aficionado, aunque durante las sesiones de entrenamiento se hicieron recomendaciones acerca de los componentes ideales de consumo previo y posterior a las sesiones de entrenamiento de esta índole.

Clima: el 90% de las sesiones del plan de entrenamiento se realizaron bajo condiciones de sol, en el horario de las 4 de la tarde, por lo este tipo de entrenamiento, bajo esas condiciones, representaba exigía un gran esfuerzo a los futbolistas, aunque no hubo ningún problema o retiro de la sesión por esta razón.

Entrenamiento con otras orientaciones y otras actividades: dentro de la muestra hay futbolistas que realizan actividades como estudiar y trabajar, por lo que se les sugirió que, al terminar sus labores extras, trataran de descansar la mayor cantidad de tiempo posible.

Competencia: durante la intervención del plan de resistencia se presentaron 4 partidos que se jugaron los fines de semana y uno de ellos se jugó un viernes, por lo que hubo que aplazar la sesión de ese jueves. Las sesiones se aplicaron Martes y Jueves, garantizando al menos 48 horas de regeneración de este estímulo. Algunos jugadores compitieron regularmente y otros no; como la competencia implica trabajo aeróbico, algunos tenían un esfuerzo más a la semana que quienes no compitieron regularmente.

3.4. Procedimiento

Para el inicio de la aplicación del trabajo investigativo se procedió a presentar el plan de entrenamiento a los futbolistas que hicieron parte de la intervención, donde se les informó sobre los objetivos de la investigación y se les hizo entrega del consentimiento informado (Ver apéndice 5) donde constó que, a partir de la firma, aceptaban ser parte del proceso y ejecutar el plan de entrenamiento. Posteriormente, los futbolistas fueron evaluados con el test de Luc Léger para determinar el estado de la frecuencia cardíaca de reposo, el VO_2 máximo y los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5.

Para el test de Luc Léger se organizaron tandas de seis futbolistas, con dos evaluadores que se encargaban de tomar los datos de tres futbolistas por cada tanda (nombre, frecuencia cardíaca de reposo, frecuencia cardíaca máxima al terminar el test, tiempo en el que se retiró del test en minutos y segundos, frecuencia cardíaca al minuto, a los tres y a los cinco de haber finalizado el test)

Luego se procedió a determinar las frecuencias cardíacas de entrenamiento para cada futbolista del 80%, 85%, 90%, con la fórmula de Karvonen et al. (1957):

$$\text{Frecuencia de entrenamiento} = ((FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo}) * (\text{Intensidad} (\%)) + FC \text{ reposo})$$

Con la determinación de las frecuencias cardíacas de entrenamiento para cada futbolista se procedió a ejecutar el plan de entrenamiento con el Método Continuo Variable Tipo II durante las 5 semanas establecidas.

El pretest de esta variable se realizó el día 21 de Junio y el posttest se realizó el día 21 de Agosto. Quienes no pudieron terminar en el tiempo acordado se les adicionó 2 semanas más para que

cumplieran con el 90%-100% de las sesiones. Estos futbolistas fueron evaluados el día 28 de Agosto. Las pruebas se realizaron en la Unidad Deportiva Atanasio Girardot, en la cancha de fútbol Marte II, a las 5:30 de la tarde, bajo condiciones similares de clima, temperatura y el escenario. Con el mismo sentido de desplazamiento de carrera, y en la misma ubicación en la cancha, se midió la distancia con cinta métrica extendida a lo ancho de la cancha. Esta distancia se realizó con respecto a lo indicado en el test de Luc Léger, con los 20 metros de largo y un metro de distancia entre cada futbolista.

3.5. Manejo de datos

Para el manejo de datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2007, para la estructuración del plan de entrenamiento, las planillas de control de los entrenamientos y el test de Luc Léger. El tratamiento estadístico se realizó con el programa SPSS Statistics, versión 22.

Para los datos arrojados por el pretest y el postest del test de Luc Léger, se procedió inicialmente a analizar las estadísticas descriptivas (mínimo, máximo, media, desviación estándar) para determinar si hubo cambios a nivel estadístico entre el pretest y el postest del grupo. También se realizó un análisis individual de los datos, para observar si el nivel de los sujetos cambió. Por las características de la muestra se aplicó prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, para establecer las posibles diferencias que hubo entre el pretest y el postest evaluándolos con la media y la significancia de dicha prueba.

3.6. Hipótesis

Hipótesis nula 1. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II no tiene efectos sobre el VO_2 máximo en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

Hipótesis alterna 1. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II tiene efectos sobre el VO_2 máximo en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

Hipótesis nula 2. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II no tiene efectos sobre los índices de recuperación en los minutos uno, tres y cinco, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

Hipótesis alterna 2. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II tiene efectos sobre los índices de recuperación en los minutos uno, tres y cinco, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

Hipótesis nula 3. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II no tiene efectos sobre la frecuencia cardíaca de reposo, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

Hipótesis alterna 3. El plan de entrenamiento de resistencia estructurado a partir del Método Continuo Variable Tipo II tiene efectos sobre la frecuencia cardíaca de reposo, en los futbolistas de la categoría juvenil del centro de formación deportiva La Nororiental.

4. Resultados

4.1. Resultados del VO_2 máximo

4.1.1. Resultados de los sujetos de intervención

En la tabla 5 se presentan los resultados relacionados con el VO_2 máximo del grupo de intervención, en el pretest y el postest. Con estos datos se obtienen los promedios de cada uno de los dos momentos. Además de los resultados del grupo también se presentan los resultados individuales, aspecto importante ya que en el entrenamiento deportivo el principio de individualidad es fundamental para determinar el rendimiento y comenzar a diseñar los planes de entrenamiento de manera individual o en grupos de similares condiciones.

En el grupo de intervención se observa como promedio de VO_2 máximo en el pretest un 48,19 y en el postest un 52,77, lo que muestra un incremento de esta capacidad de un 9,50%, que se considera como una mejora. En el grupo también se puede apreciar que de los 15 sujetos, 13 mejoraron en la toma del postest con respecto a sus valores en el pretest, 1 desmejoró y 1 se mantuvo en el mismo valor. 8 sujetos estuvieron por debajo del porcentaje de mejora grupal, pero tienen porcentajes de mejora individual altos. Se puede observar que 7 de los 8 sujetos tenían la particularidad de haber obtenido valores de VO_2 máximo bajos en el pretest.

Tabla 5. Datos de VO₂ máximo de los sujetos y porcentajes de mejora a nivel de grupo e individual

VO₂ MÁXIMO (ml/kg/min⁻¹)			
SUJETO	PRETEST	POSTEST	% INDIVIDUAL DE MEJORA
1	47,60	56,60	18,92
2	43,07	51,85	20,37
3	56,60	56,60	0,00
4	44,59	50,60	13,46
5	41,59	47,60	14,43
6	44,59	53,60	20,19
7	50,60	53,60	5,93
8	47,60	50,60	6,31
9	53,60	50,60	-5,60
10	53,60	56,60	5,60
11	50,60	53,60	5,93
12	50,60	53,60	5,93
13	41,59	47,60	14,43
14	43,07	48,92	13,58
15	53,60	59,60	11,20
PROMEDIOS	48,19	52,77	
% MEJORA	9,50		

En la tabla 6 se presentan los resultados sobre el VO₂ máximo. Inicialmente se puede ver que el valor mínimo de VO₂ máximo es mayor después de la aplicación del plan de entrenamiento, lo que muestra que por lo menos uno o varios sujetos mejoraron, y en el máximo valor alcanzado vemos que el cambio no es tan marcado. Sin embargo, un valor de 59,60 en el postest con respecto a un 56,60 en el pretest muestra también que hubo mejoras en algunos datos. Al observar la desviación estándar se ve que en el pretest los datos eran homogéneos y para el postest los datos presentan mayor homogeneidad, por lo que el grupo obtuvo valores más similares. En la media se encuentran valores de 48,1933 en el pretest y de 52,7713 en el postest, lo que muestra un incremento de mejora en el grupo con respecto a esta capacidad; en la media hubo mejoras de 4,578 ml/kg/min⁻¹ después de la aplicación del plan de entrenamiento de resistencia, con grado de significancia (0,002), que indica mejoras en el VO₂ máximo estadísticamente significativas al nivel de $p < 0,05$, de donde se puede afirmar que el plan de entrenamiento produjo mejoras para esta muestra.

Tabla 6. Resultados descriptivos del VO₂ máximo

Consumo máximo de Oxígeno						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Significancia
Pretest VO ₂ Máximo	15	41,59	56,60	48,1933	4,94340	,002
Postest VO ₂ Máximo	15	47,60	59,60	52,7713	3,55231	

4.2. Resultados de los índices de recuperación

4.2.1. Resultados de los índices de recuperación al minuto uno, tres y cinco

En la tabla 7 se presentan los resultados de la recuperación posterior al test de Luc Léger, los índices de recuperación y la frecuencia cardíaca de recuperación en promedio. La media del índice de recuperación del minuto 1 es muy similar tanto en pretest (31,23%) como en el postest (31,30%), habiendo porcentaje de mejora de 0, 20%. Sobre el comportamiento de la frecuencia cardíaca, se puede observar que al minuto en promedio disminuyó 41 pulsaciones por minuto y en el postest disminuyó, al recuperar en promedio solo 39 pulsaciones. Sin embargo, al minuto de recuperación no se presentaron cambios estadísticamente significativos al nivel de $p < 0,05$.

Igualmente, en la tabla 7 se presentan los datos sobre la recuperación al minuto 3. Se observa que los índices de recuperación se comportan en forma parecida en el grupo, habiendo un valor de 54,21% en el pretest y de 54,9% en el postest. El promedio de disminución de la frecuencia cardíaca a los tres minutos tiene un valor de 71 pulsaciones para el pretest y el postest, lo que indica que no hay cambios estadísticamente significativos al nivel de $p < 0,05$, presentando una significancia de 0,820.

Con relación al índice de recuperación a los 5 minutos, en el pretest se obtuvo una media de 60,55% y en el postest de 61, 01%, lo que no muestra mejoría a nivel de grupo. En promedio la frecuencia cardíaca se mantuvo casi igual, disminuyendo en el pretest y el postest hasta 80 pulsaciones. Según estos valores, la recuperación a los 5 minutos no presentó cambios estadísticos, con una significancia de 0,820 a nivel de $p < 0,05$.

En general, en el primer minuto los datos no eran homogéneos, pero en los minutos 3 y 5 los datos tuvieron un comportamiento más regular y fueron homogéneos. A medida que avanzaba el tiempo de recuperación disminuyó la frecuencia cardíaca, tanto en el pretest como en el

postest, lo que es algo común. Calderón et al. (1997) plantean que la recuperación de la frecuencia cardíaca se presenta en 2 momentos: un momento rápido, que dura aproximadamente un minuto (fase de descenso rápido de la frecuencia cardíaca) y se presenta un descenso de las pulsaciones más rápido. Luego se presenta un descenso más lento (fase de descenso lento de la frecuencia cardíaca) que continúa a lo largo de un periodo indeterminado. Si se consideran las diferencias en el pretest, al minuto ya se habían reducido 41 pulsaciones, del minuto 1 al 3 disminuyó 30 pulsaciones y del minuto 3 al 5 disminuyó 8 pulsaciones, de donde se establece que se comportó según lo planteado acerca de la fase lenta y rápida de la recuperación.

De acuerdo con Vinuesa y Coll (1987:110) se puede decir que se tuvo una buena recuperación ya que en términos generales, para esfuerzos aeróbicos, un descenso de 20-30 o más pulsaciones en un minuto es un índice más que aceptable de recuperación y puede haber una reposición de los recursos energéticos y la eliminación de los productos tóxicos, si los hubiera. Para concluir se puede determinar que no hubo cambios estadísticamente significativos en la recuperación con el plan de entrenamiento de resistencia a partir del Método Continuo Variable Tipo II.

Tabla 7. Resultados de los índices de recuperación

Índices de recuperación y frecuencias cardíacas a los respectivos minutos												
Minuto	1				3				5			
Variable	IRFC (%)		FC rec.		IRFC (%)		FC rec.		IRFC (%)		FC rec.	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Media	31,23	31,30	41	39	54,21	54,95	71	71	60,55	61,01	80	80
Desv. Tip.	10,01	10,05301			6,36	4,44			4,96	5,74		
Significancia	0,865				0,820				0,820			

Nota: IRFC: Índice de recuperación, FC rec.: Frecuencia cardíaca que redujo en promedio

4.3. Resultados de la frecuencia cardíaca en reposo

En la tabla 8 se presentan los datos de la frecuencia cardíaca en reposo, que expresan de manera grupal un promedio de 59,20 pulsaciones por minuto en el pretest y de 58,07 pulsaciones por minuto en el postest. Al final, el porcentaje de mejora del grupo fue de 1,91%. Sin embargo, al analizar los datos por sujetos se observa que hubo mejoras de 5 pulsaciones en

el sujeto 12, de 6 pulsaciones en el sujeto 11, de 7 pulsaciones en el sujeto 1, de 9 pulsaciones en el sujeto 7 y de 11 pulsaciones en el sujeto 8. Tales valores son importantes para el entrenador como indicadores de mejora, ya que es usual que al mejorar los valores de VO₂ máximo se mejore la frecuencia cardíaca en reposo. Por otro lado hay algunos valores que aumentaron y representan una desmejora de la frecuencia cardíaca en reposo, a los cuales se les debe prestar siempre atención, pues según plantean Lehmann et al. (1993) la frecuencia cardíaca en reposo se puede elevar en caso de fatiga, debido a una sobrecarga de entrenamiento incompatible con la capacidad de recuperación del deportista.

Tabla 8. Datos de frecuencia cardíaca en reposo y porcentajes de mejora a nivel de grupo e individual

FRECUENCIA CARDÍACA EN REPOSO (pulsaciones por minuto)			
SUJETO	PRETEST	POSTEST	% INDIVIDUAL DE MEJORA
1	66	59	-11
2	58	59	2
3	50	52	4
4	60	59	-2
5	58	61	5
6	63	65	3
7	59	50	-15
8	68	57	-16
9	59	60	2
10	49	54	10
11	68	62	-9
12	57	52	-9
13	54	62	15
14	57	60	5
15	62	59	-5
PROMEDIOS	59,20	58,07	
% MEJORA	1,91		

La tabla 9 muestra que el valor mínimo en el pretest fue de 49 pulsaciones, que se puede considerar como un buen valor para esta capacidad en este deporte, pues se aproxima al valor establecido por Wilmore & Costill (2007:307) donde se expresa que los deportistas muy entrenados para la resistencia suelen tener valores en reposo de 40 latidos/minuto o menos. Con el resultado de la desviación típica en el pretest, se ve como el grupo era homogéneo y tenía una media de 59,20. Para el posttest el grupo tendió a homogeneizarse más, pero la

frecuencia cardíaca en reposo mejoró solo 1,13 pulsaciones, quedando en 58,07 pulsaciones por minuto. Conociendo el porcentaje de mejora de los sujetos en general, la media y la significancia (0,550) se puede afirmar que no hubo cambios estadísticamente significativos al nivel de $p < 0,05$.

Tabla 9. Resultados descriptivos de la frecuencia cardíaca en reposo

Frecuencia cardíaca en reposo						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Significancia
Pretest FC	1	49	68	59,20	5,685	0,550
Reposo	5					
Postest FC	1	50	65	58,07	4,267	
Reposo	5					

5. Discusión

5.1. Respuesta del VO₂ máximo

Según la variable planteada como principal, que es el VO₂ máximo, se reconoce que hubo cambios de mejora significativa después de la aplicación del plan de entrenamiento de resistencia a partir del Método Continuo Variable Tipo II, medido con el test de Luc Léger (test de medición indirecta) y determinado con la fórmula que tiene en cuenta la edad para menores de 18 años y correlación $r=0,84$ (García et al., 1996), $r=0,93$ (Liu et al., 1992) y $r=0,71$ (niños y jóvenes de 8-19 años), $r=0,90$ (adultos de 18-50 años) y $r=0,89$ (niños y jóvenes de 6-16 años) (Léger et al., 1988). Además dicha fórmula puede disminuir en promedio de 3 a 4 unidades del VO₂ máximo. Esta medición y esta fórmula presentan esas correlaciones comparadas con las mediciones directas con ergoespirometría. Por lo que al observar los valores de referencia de la élite, que están en 60 mL/kg/min⁻¹ (Sergeyevich & Dmitriyevich, 2001), entre 50 y 70 mL/kg/min⁻¹ (Duncan, 2005), entre 54 y 64 mL/kg/min⁻¹ (Wilmore & Costill, 2007), se halló que algunos sujetos en esta investigación están dentro de los valores de referencia a nivel mundial.

Las intensidades propuestas para esta investigación estuvieron entre 80%-90% de la frecuencia cardíaca máxima, calculadas según el método de Karvonen et al. (1957). Los tramos intensos de 3 minutos están entre los parámetros recomendados de intensidad por Navarro (1998), ACSM (Billat, 2002), López & Fernández (2006), para la mejora del VO₂ máximo. A su vez esta intensidad, determinada a partir de la frecuencia cardíaca, está contrastada con el porcentaje de VO₂ máximo al que se debe entrenar para mejorarlo y que estuvo entre 70%-83% (López & Fernández, 2006). Se puede afirmar además que se trabajó con intensidades similares a las de

competencia, teniendo como parámetro de intensidad el porcentaje del VO_2 máximo que es en promedio entre 65%-95% del VO_2 máximo (Palavecino, 2002) y 75% del VO_2 máximo (Bangsbo, 1994).

Al contrastar los valores de VO_2 máximo con las investigaciones de Ramírez (2012) y Muñoz (2008) se puede hallar que las intensidades de trabajo eran muy similares en los tres estudios, con 2 estímulos por semana; sin embargo, los métodos y la duración de los programas fueron diferentes, siendo este el de más corta duración, con solo 5 semanas. En los tres estudios hubo mejoras estadísticamente significativas, pero si hablamos de eficiencia del tiempo en el ámbito del entrenamiento deportivo, este estudio tiene la ventaja de haber obtenido ganancias significativas más rápido que los demás estudios, lo que puede obedecer a los métodos utilizados, pues, de acuerdo con López et al. (2006:480) la intensidad termina siendo el factor fundamental para la mejora del VO_2 máximo, y este estudio presenta la intensidad de trabajo más alta comparado con los estudios tomados como referencia. Es importante resaltar que el nivel inicial de los sujetos con respecto al VO_2 máximo de los tres estudios era similar.

En el contexto de las mejoras del VO_2 máximo, se puede observar que 7 de los 8 sujetos que más bajo nivel obtuvieron en el pretest, fueron los sujetos que presentaron mayor aumento de esta capacidad, y esto puede obedecer a que las adaptaciones ocurren según el nivel inicial de entrenamiento del sujeto. En sujetos con un nivel de rendimiento alto, las adaptaciones serán relativamente menos significativas (Pardo, 2006:475), lo que lleva a suponer que las planificaciones, más allá de categorizarlas por edades, deben ser un trabajo más desde la individualidad.

Con relación a los eventuales cambios ocurridos, es factible asumir que los sujetos pudieron haber mejorado también en la capacidad de resistencia a la fatiga y de adaptación a una intensidad de trabajo (Zintl, 1991), para lo cual el organismo, en teoría, debió haber mejorado sus procesos específicos para la obtención de energía mediante el sustrato indispensable para la contracción, el ATP, mediante la hidrólisis en los enlaces de fosfato de dicha molécula (Barbany, 2002). También es probable que el cambio de intensidades activara los mecanismos de regulación y las funciones adaptativas, provocando que, en los tramos intensos, se generara más producción de ácido láctico, y en los tramos de intensidad baja, eliminación de lactato (Tomlin & Wenger, 2001). Se supone entonces que, al eliminar lactato -cuando se acumula es causante de fatiga (Zintl, 1991 y Sergeevich & Dmitriyevich, 2001)- mejoró la capacidad de resistir la fatiga.

En cuanto a la mejoras del VO_2 máximo se puede suponer que hubo cambios a nivel fisiológico, específicamente con el gasto cardíaco, al trabajar con intensidades altas que favorecen el

transporte de sangre oxigenada que se reparte desde el ventrículo izquierdo por todo el organismo (Prentice, 2001). Estos cambios se presentan en mayor medida cuando se utiliza una gran cantidad de la musculatura en el ejercicio.

5.2. Comportamiento de los índices de recuperación

En general, no se presentaron cambios estadísticamente significativos, pero es importante destacar que algunos casos pueden corroborar las teorías acerca de la recuperación, para lo cual es importante considerar los planteamientos de Wilmore & Costill (2007) y Darr et al. (1988) quienes consideran que el buen estado de la condición aeróbica es sinónimo de buenos índices de recuperación, aunque no definen qué es un buen estado de la condición aeróbica.

En el presente estudio no se evidenció tal afirmación. En el pretest, los mejores resultados de VO₂ máximo no presentaron en todos los casos buenos índices de recuperación. De los 7 sujetos que obtuvieron los valores más elevados, al minuto uno, solo tres presentaron buenos índices de recuperación; al minuto tres, solo cuatro presentaron buenos índices de recuperación y al minuto cinco, solo dos sujetos presentaron buenos índices de recuperación. Por otro lado, al final del plan de entrenamiento, 7 de los 8 sujetos que obtuvieron los mejores valores de VO₂ máximo mejoraron en los índices de recuperación. Se debe resaltar que los índices de esos 7 sujetos solo mejoraron en el minuto uno, por lo que se puede asumir que, como los tramos de recuperación del método solo eran de tres minutos, el organismo pudo adaptarse a una recuperación mejor en tiempos menores a tres minutos.

Así entonces, se puede afirmar que, en este estudio, se presenta un resultado similar, afirmando que con un buen estado de VO₂ máximo se pueden mejorar los índices de recuperación. Se corrobora el planteamiento de Darr et al. (1988) y Wilmore & Costill (2007) acerca de que sujetos entrenados pueden tener mejores índices de recuperación, y a su vez es consecuente con el estudio de Dunat et al. (2010), con sujetos que presentaban buenos niveles de VO₂ máximo (60.96 ± 2.92 ml/kg/min) y buena recuperación luego de trabajos de intensidades altas.

De acuerdo con Vinuesa & Coll (1987) quienes afirman que, tras esfuerzos aeróbicos, un descenso de 20-30 pulsaciones en un minuto es un índice más que aceptable, los sujetos de este estudio en promedio disminuyeron la frecuencia cardíaca al minuto uno en 41,67 pulsaciones en el pretest y en 39,53 pulsaciones en el posttest, lo que permite afirmar que en este estudio hubo una buena recuperación al minuto uno. En general, se puede afirmar que el Método Continuo Variable Tipo II ayuda a mejorar la recuperación de la frecuencia cardíaca solo en el primer minuto, por las condiciones de aplicación de la carga. Por consiguiente, para el fútbol es

importante tener en cuenta este tipo de trabajo pues se deben hacer muchos esfuerzos en altas intensidades, con poco tiempo para la recuperación.

Con relación al tipo de estímulo que se aplica para mejorar los índices de recuperación al minuto uno, se debe hacer referencia a Tomlin & Wenger (2001), quienes plantean que, para mejorar los índices de recuperación, es indispensable acudir a métodos más intermitentes, quizás para que el organismo se adapte a cortos períodos de recuperación tras mejorar la tasa de aclaramiento de lactato y aumentando la resíntesis de fosfocreatina.

5.3. Respuesta de la frecuencia cardíaca en reposo

Considerando los valores de referencia que presentan Wilmore & Costill (2007), de 40 pulsaciones/minuto para deportistas de resistencia muy entrenados, se encuentra que los valores que presentan los sujetos de este estudio no son similares. Esto puede obedecer a que se trata de sujetos que buscan trabajar más sobre la potencia aeróbica y no sobre la capacidad aeróbica. Además, los sujetos de este estudio no tienen valores de VO_2 máximo que demuestren estar muy entrenados en este aspecto, por lo que, en teoría, no deben tener valores muy bajos de frecuencia cardíaca de reposo.

Los datos de frecuencia cardíaca en reposo que presentan los sujetos de este estudio están entre 59,20 y 58,07 ppm. Según Platonov & Bulatova (2001) para estar en valores de élite se necesita estar entre 50-60 ppm en reposo. Así, los sujetos de este estudio presentan niveles normales al estar en el límite de la condición con respecto a este parámetro. Lo recomendable sería una frecuencia cardíaca en reposo más baja, pero, para ser sujetos que están en una categoría juvenil y además pertenecen al contexto del fútbol aficionado, están en una buena condición.

6. Conclusiones

En este estudio se analizaron tres variables: el VO₂ máximo, su comportamiento después de la aplicación del plan de entrenamiento con el Método Continuo Variable Tipo II, y los índices de recuperación a los minutos uno, tres y cinco, además de los efectos sobre la frecuencia cardíaca de reposo. Después de analizados los resultados de estas variables se puede concluir :

El plan de entrenamiento mejoró de manera significativa el VO₂ máximo, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula 1.

El plan de entrenamiento no tuvo efectos significativos sobre los índices de recuperación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula 2.

El plan de entrenamiento no tuvo efectos significativos sobre la frecuencia cardíaca de reposo. por lo tanto se acepta la hipótesis nula 3.

Referencias

- Arasa M (2005). *Manual de nutrición deportiva*. España: Paidotribo.
- Bangsbo J (1994). Energy demands in competition soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12:s5– s12.
- Barbany J (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. España: Paidotribo.
- Billat V (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento: de la teoría a la práctica*. España: Paidotribo.
- Boullosa D, Tuimil J (2009). Rendimiento y recuperación aguda en corredores de resistencia. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 24:63-75.
- Busso H (2006). Entrenamiento de la resistencia aeróbica. En: J López & A Fernández (Eds), *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Argentina: Médica Panamericana.
- Calderón F, Benito P (2001). Ergoespirometría: Paradigma del análisis de la respuesta integrada al ejercicio dinámico. *Selección*, 10(1):27–42.
- Calderón F, Brita J, González C, Machota V (1997). Estudio de la recuperación de la frecuencia cardíaca en deportistas de élite. *Selección*, 6(3):101-5.
- Calderón F, González G, Machota C (1994). Estudio de la recuperación en tres formas de esfuerzo intermitente: aeróbico, umbral y anaeróbico. *Apunts*, 55:14-9.

- Corral J, Del Castillo O (2010). La valoración del VO₂ máximo y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza – aprendizaje. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10:25–30.
- Darr K, Bassett D, Morgan B, Thomas D (1988). Efectos de la edad y el estado de entrenamiento sobre la recuperación de la frecuencia cardíaca después de ejercicios máximos. *American Journal of Physiology*, 254:340-3.
- Diéguez J (2004). *Aerobic en salas de fitness. Manual teórico-práctico* (2ª Ed). España: INDE.
- Dunat E, Mustafá C, Paz J (2010). Valoración de la capacidad aeróbica en futbolistas juveniles del Club Atlético Tucumán 2010. *EF Deportes*, 15(150).
- Duncan J, Wenger H, Green H (2005). *Evaluación fisiológica del deportista* (3ª Ed). España: Paidotribo.
- Faina M, Gallozi C, Marini C, Evangelista M (1988). Definition of the physiological profile of the soccer players. En: T Reilly, A Lees, K Davids, W Murphy (eds). *Science and football* (pp 158-63). London, UK: E & FN Spon.
- Fernández A (2006). Sistemas energéticos en el ejercicio. En: J López, A Fernández (eds). *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Argentina: Médica Panamericana.
- Frey G (1977). Zur terminologie und struktur physischer leistungsfaktoren und motorischer fähigkeiten. *Leistungssport*, 7(5):339–62.
- Gaisl G (1979). Der aerob-anaerobe übergang und seine bedeutung für die trainingspraxis. *Leistungssport*, 9:235-43.
- García J, Navarro M, Ruiz J (1996). *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física*. España: Gymnos.
- Harre D (1982). *Trainingslehre*. Berlín: Sportverlag
- Heyward V (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio* (5ª Ed). España: 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):218-21.
- Hollmann W, Hettinger T (1980). *Sportmedizin, Arbeits – und Trainingsgrundlagen* (2a Ed). Stuttgart: Sportmedizin.
- Jakowlew N, Gronfain V, Scheunert A (1976). *Die ernährung des sportlers am wettkampftage*. Berlin: Sportverlag.
- Karvonen M, Kentala E, Mustala O (1957). The effects of training on heart rate. A longitudinal study. *American Medical and Experimental Biology*, 35:307-15.
- Kawakami Y, Nozaki D, Matsuo A, Fukunaga T (1992). Reliability of measurement of oxygen uptake by a portable telemetric system. *European Journal of Applied Physiology*, 65:409-14.
- Keul J (1975). *Die bedeutung des aeroben und anaeroben leistungsvermögens für mettelund langstreckenläufer* (innen). *Lehre der Leichtathletik*, 17/18:593-632.

- Laursen P, Jenkins D (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. Optimizing training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*, 32(1):53-73.
- Léger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6(2):93-101.
- Lehmann M, Foster C, Keul J (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Medicine Science Sports Exercise*, 25(7):854-62.
- Litwin J, Fernández G (1995). *Evaluación en educación física y deportes*. Argentina: Editorial Stadium S.R.L.
- Liu N, Plowman S, Looney M (1992). The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 63(4):360-5.
- López J, Fernández A (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Argentina: Médica Panamericana.
- López J, López L (2008). *Fisiología clínica del ejercicio*. Argentina: Médica Panamericana.
- Lucia A, Carvajal A, Calderón F, Alfonso A, López J (1999). Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(6):512-21.
- Macaya C, López A (2009). *Libro de la salud cardiovascular del hospital clínico San Carlos y la fundación BBVA*. España: Editorial Fundación BBVA.
- Minuchin P (2005). *Fisiología del ejercicio: Metabolismo intermedio y regulación hormonal*. Argentina: Editorial Nobuko.
- Montoro R (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de course navette para determinar de manera indirecta el VO₂. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3(11).
- Mora R (2010). *Fisiología del deporte y el ejercicio: prácticas de campo y laboratorio*. España: Médica Panamericana.
- Muñoz H (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*. Colombia: Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física.
- Nabatnikowa M (1976). *Die spezielle ausdauer des sportlers*. Berlín: Verlag Bartels & Wernitz KG.
- Navarro F (1998). *La resistencia*. España: Gymnos.
- Palavecino N (2002). *Nutrición para el alto rendimiento*. España: Libros en Red.
- Pardo J (2006). Entrenamiento de la resistencia aeróbica. En: J López, A Fernández (eds), *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Argentina: Médica Panamericana.
- Pérez M (2006). Pruebas funcionales de valoración aeróbica. En: J López, A Fernández (eds), *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed). Argentina: Médica Panamericana.

- Platonov V, Bulatova M (2001). *La preparación física: deporte y entrenamiento*. España: Paidotribo.
- Prentice W (2001). *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva* (3ª Ed). España: Paidotribo.
- 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):747-54.
- Ramos J, Segovia J, López-Silvarrey F, Montoya J, Legido J (1994). Estudio de diversos aspectos fisiológicos del futbolista. *Selección*, 3(2):70-81.
- Reilly T, Thomas V (1976). A motion analysis of work-rate in different position roles in professional football match play. *Journal of Human Movement Studies*, 2:87-97.
- Rittel H (1978). El sistema cardiocirculatorio y su regulación durante el trabajo físico. En: H Rittel (ed), *Sistema cardiorrespiratorio y deporte*. Colombia: Copiservicio.
- Rodríguez F, Iglesias X, Artero V (1995). Consumo de Oxígeno durante el juego en futbolistas profesionales y aficionados. Proceedings, 8th FIMS European Sports Medicine Congress. Granada.
- Rohde H, Espersen T (1988). Work intensity during soccer training and match-play. En: T Reilly, A Lees, K Davids, W Murphy (eds), *Science and Football*. London: E & FN Spon.
- Rueda Á, Frías G, Quintana R, Portilla J (2001). *La condición física en la educación secundaria obligatoria: una propuesta de desarrollo práctico hacia la autonomía del alumnado* (2ª Ed). España: INDE.
- Saziorski V (1972). *Die körperlichen eigenschaften des sportlers*. Berlín: Bartels & Wernitz.
- Scott V, Gijsbers K (1981). Pain perception in competitive swimmers. *Br Medicine Journal*, 283:91-3.
- 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.
- Shephard R (1999). Biology and medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17: 757-86.
- Shephard R, Astrand D (1996-2007). *La resistencia en el deporte* (2ª Ed). España: Paidotribo.
- Tomlin D, Wenger H (2001). La relación entre la condición física y la recuperación de ejercicios intermitentes de alta intensidad. *Sports Medicine*, 31(1):1-11.
- Van Gool D, Van Gerven D, Boutmans J (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play (pp334-40).. En: T Reilly, A Lees, K Davids, W Murphy (eds). *Science and football*. London: E & FN Spon.
- Vasconcelos A (2005). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. España: Paidotribo.
- Vinuesa M, Coll J (1987). *Teoría básica del entrenamiento* (2ª Ed). España: Editorial Esteban Sanz Martínez.

Weineck J (2005). *Entrenamiento Total*. España: Paidotribo.

Wilmore J, Costill D (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6ª Ed). España: Paidotribo.

Zhelyazkov T (2001). *Bases del entrenamiento deportivo*. España: Paidotribo.

Zintl F (1991). *Entrenamiento de la resistencia: fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. España: Martínez Roca SA.

Anexos

Anexo 1. Plan de entrenamiento

PLAN DE ENTRENAMIENTO EJECUTADO CON EL MÉTODO CONTINUO VARIABLE TIPO II, EN EL CENTRO DE FORMACIÓN DEPORTIVA LA NORORIENTAL CATEGORÍA JUVENIL A- 2013									
Competencias	Sin Competencia	Sin Competencia	Sin Competencia	Competencia	Competencia	Competencia	Competencia	Sin Competencia	Sin Competencia
Meses	JUNIO	JULIO				AGOSTO			
Fechas	21-30	8-14	15-21	22-28	29-4	5-11	12-18	19-25	26-1
Cantidad de Microciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sesiones de entrenamiento		2	2	2	2	2	Según reposición		
Volumen		48'	60'	48'	60'	48'	Según reposición		
Intensidad (FC en %)		80-90	80-90	80-90	80-90	80-90	80-90	80-90	
Evaluaciones (Luc Léger)	Pretest							Postest	Postest

Anexo 2. Planilla de control de las frecuencias cardíacas de trabajo de cada uno de los futbolistas

Control de la frecuencia cardíaca de trabajo - CFD La Nororiental - 2013											
Nombre	F.C REP	F.C. 80%	F.C. 85%	F.C. 90%	Índices de recuperación						
					VO ₂ MÁX	F.C. 1'	I.R. (%) 1'	F.C. 3'	I.R. (%) 3'	F.C. 5'	I.R. (%) 5'

Anexo 3. Planilla de asistencia y tiempo recorrido durante cada sesión de entrenamiento

Planilla de asistencia y control del tiempo recorrido – C.F.D. la nororiental - 2013																				
Nombre	1	T	2	T	3	T	4	T	5	T	6	T	7	T	8	T	9	T	10	T

Anexo 4. Planilla de toma de datos (Duración del test, FC de reposo y máxima, FC a los minuto 1, 3 y 5) del pretest y postest

Planilla test de Luc Leger CFD La Nororiental 2013																				
Fecha de											Temperatura:									
Lugar:																				
Evaluadores:																				
Datos fisiológicos de los deportistas																				
Jugador	F.C REP	F.C. 50%	F.C. 60%	F.C. 70%	F.C. 75%	F.C. 80%	F.C. 85%	F.C. 90%	F.C. 95%	F.C. 100%	LEGER MIN.	Índices de recuperación								
												VO ₂ MÁX	F.C. 1'	L.R. 1' (%)	F.C. 3'	L.R. 3' (%)	F.C. 5'	L.R. 5' (%)		
PROMEDIOS																				

Anexo 5. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE INVESTIGACIÓN EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Plan de entrenamiento de resistencia a partir del Método Continuo Variable Tipo II

Objetivo: establecer los efectos del Método Continuo Variable Tipo II sobre el VO_2 máximo, la frecuencia cardíaca de reposo y los índices de recuperación a los minutos 1, 3 y 5 en los futbolistas del Centro de Formación Deportiva La Nororiental.

Para el estudio se utilizará el Test de Luc Léger, al inicio y al final de las 5 semanas de la ejecución del plan de trabajo, para evaluar su estado físico en cuanto a la resistencia. En las sesiones de entrenamiento el deportista estará ejecutando el plan, que consiste en trotar a diferentes rangos de frecuencia cardíaca por 24 o 30 minutos, durante 5 semanas y 2 sesiones semanales.

El deportista deberá tener una buena disposición para la participación en la investigación, y tanto la participación como el retiro de los futbolistas en la investigación es totalmente voluntaria en cualquier momento. Los datos personales y resultados de los futbolistas estarán reservados solo para la utilización de este estudio. En caso de alguna consulta o duda sobre el procedimiento o el estudio, podrá preguntar y se le mantendrá informado sobre los resultados de las evaluaciones que se le realizan.

Yo, _____, de ____ años, identificado con Cédula de Ciudadanía / Tarjeta de Identidad N° _____ manifiesto que se me ha explicado la naturaleza y el objetivo de lo que se propone con este estudio, los riesgos y los beneficios que puedo obtener, y acepto hacer parte de este estudio.

Medellín 5 de Julio de 2013,

Nombre del Deportista: _____ Firma: _____

Documento de Identidad: _____

Nombre representante legal del Deportista menor de edad: _____

Firma: _____ Documento de identidad: _____

Nombre del investigador: _____ Firma: _____

Documento de Identidad: _____