



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL  
DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

SEDENTARISMO Y CAPACIDAD AERÓBICA

Sedentary Lifestyle and Aerobic Capacity

Autor/a: Roberto Gómez Wigley

Tutor/a: José Gerardo Villa Vicente

Fecha: 03/07/2017

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 SEDENTARISMO.....</b>	<b>5</b>
3.1.1 INFLUENCIA EN ENFERMEDADES.....	6
3.1.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.....	8
3.1.3 DIFERENCIAS DE GÉNERO.....	10
<b>3.2 RECOMENDACIONES DE PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO.....</b>	<b>12</b>
3.3.1 CONCEPTO DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO.....	12
3.3.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO.....	13
3.3.3 VALORES MEDIOS DE REFERENCIA.....	15
<b>3.4 ENTRENAMIENTO Y CONSUMO DE OXÍGENO.....</b>	<b>17</b>
3.4.1 MEJORAS CON EL ENTRENAMIENTO.....	17
3.4.2 TIPOS DE ENTRENAMIENTO CON DIFERENTES MEJORAS.....	19
<b>4. CONCLUSIONES Y APLICACIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>5. VALORACIÓN PERSONAL.....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>25</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>29</b>

## RESUMEN

En los últimos años, se ha establecido que la inactividad física es causa de numerosas enfermedades. Además, se ha podido ver gran relación entre la condición física de un sujeto y la mortalidad. Cada día, el sedentarismo está ganándonos terreno.

Por ello, en este estudio se propone un programa de entrenamiento sencillo, adaptado y progresivo, con el fin de mejorar la capacidad aeróbica y reducir las horas de inactividad física. También se tratará el concepto de Consumo Máximo de Oxígeno (métodos de medición, valores de referencia, etc.) y su relación con el entrenamiento.

Este artículo pretende llamar la atención de la sociedad en la que vivimos con el fin de contribuir a que cambie el estilo de vida sedentario de gran parte de la población.

**Palabras Clave:** Sedentarismo, actividad física, capacidad aeróbica,  $VO_2$ máx (Consumo de oxígeno máximo).

## ABSTRACT

In recent years, physical inactivity has been proven to be the cause of a large number of diseases. Furthermore, it has been shown that there is a strong relationship between a person's physical condition and their mortality. Over time, our society is becoming more and more sedentary.

Taking all of this into account, this study proposes an easy, adaptable and progressive training programme aimed at increasing the aerobic capacity and reducing the number of hours of physical inactivity. The study will also cover the concept of Maximal Oxygen Uptake (measurement methods, reference values, etc.), as well as its relationship with the training programme.

This article aims to draw society's attention to the importance of changing the sedentary habits of a large percentage of the population.

**Key Words:** Sedentary lifestyle, physical activity, aerobic capacity,  $VO_2$ máx (maximal oxygen uptake).

## 1. INTRODUCCIÓN

Si analizamos la sociedad y cultura actual apreciamos una clara tendencia hacia la comodidad, que sumado a las innovaciones tecnológicas hacen que nuestra actividad diaria tanto en casa como en el trabajo apenas suponga esfuerzo físico para nuestro organismo (Navarro, Ceballos, Pérez, & Calatayud, 2007). Esto supone una predisposición hacia un estilo de vida sedentario que influye negativamente el estado de salud del individuo.

Algunos autores (citados en Gonçaves, Menezes, Wehrmeister, Barros, & Pratt, 2017) relacionan los hábitos sedentarios con numerosos perjuicios para la salud, entre los que destaca la obesidad. Por lo cual, cabe destacar la importancia de conocer los diferentes problemas y enfermedades asociadas a la inactividad física y saber detectar a tiempo este tipo de conductas (Buhning, Oliva, & Bravo, 2009). Esto nos permitirá aplicar el método de entrenamiento propuesto en diferentes edades para mejorar la calidad de vida del sujeto. Esto no quiere decir que personas adultas estén exentas de realizar Actividad Física, sino que cuanto antes se detecten estos malos hábitos o una mala condición física, antes verá mejorada su calidad de vida.

Para ello, es necesario que los especialistas en el campo conozcan o sepan dónde encontrar los valores medios de referencia, tanto de la condición física del sujeto, como más concretamente de su  $VO_2$ máx.

Consideramos importante realizar un estudio en el área de la actividad física y la salud, que relacione el sedentarismo y la capacidad aeróbica y buscar soluciones a dicho problema. A lo largo de esta revisión, se irán estableciendo pautas (contextualizadas) de práctica de actividad física y consideraciones a tener en cuenta por parte de los graduados y licenciados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

A partir de estas consignas, se elaborará un programa de entrenamiento enfocado en un principio a sujetos sedentarios que busquen no sólo salir de un estilo de vida inactivo, sino también mejorar su consumo de oxígeno, su capacidad aeróbica, y por ende, su salud.

Por último y a pesar de ser una revisión científica cuyos datos son fiables dado que han sido extraídos de estudios validados y autores conocidos, con vistas a un futuro se pretende realizar un estudio experimental que valide el programa de actividad física que propondremos en el presente trabajo. De esta manera, el método no estaría únicamente fundamentado en supuestos teóricos, sino que además estaría constatado con datos reales.

## **2. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS**

- Adquirir los conocimientos necesarios para entender la magnitud del problema del sedentarismo, especialmente, en sujetos jóvenes de la población española.
- Exponer los principales métodos de medición de la condición física y del  $VO_2$ máx.
- Establecer unas recomendaciones generales acerca de la práctica de la actividad física.
- Describir los diferentes tipos de entrenamiento enfocados a la mejora de la capacidad aeróbica.
- Diseñar un conjunto de pautas necesarias para poder desarrollar un programa de entrenamiento enfocado a sujetos sedentarios y/o con una mala condición física.
- Planificar una propuesta de entrenamiento para la mejora del  $VO_2$ máx.
- Potenciar y mejorar mis conocimientos personales de investigación y revisión en el campo de la actividad física en relación con la salud.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SEDENTARISMO

En la actualidad, dada la trascendencia que supone la falta de actividad física para la salud, consideramos el sedentarismo como un problema de grandes dimensiones. La Organización Mundial de la Salud considera la inactividad física como el cuarto factor de riesgo de muerte a nivel mundial. De cada 100 muertes que se registran, 6 son debidas al sedentarismo (OMS, 2016). En un estudio (citado en Gonçalves, et al., 2017) de 66 países con sujetos de 15 años de edad se observó que el 41,5% de los adolescentes se pasaba al menos 4 horas al día sentado o adoptando un comportamiento sedentario.

Autores como Caspersen, Powell y Christenson (1985, citados en González, Fuentes, & Márquez, 2017) definen actividad física como cualquier movimiento del cuerpo producido por la musculatura esquelética y que conlleva un gasto energético. Estos mismos autores engloban el término ejercicio físico dentro del anterior, y lo acotan como cualquier comportamiento planificado, estructurado y repetido con el fin de mantener o mejorar las diferentes capacidades de nuestra salud. Por otro lado, se considera una persona sedentaria aquella que realiza actividad física a 1,5 METs o menos, como por ejemplo estar sentado o tumbado (revisión mencionada en Gardner, Smith, Lorencatto, Hamer, & Biddle, 2016). Con lo cual, podemos diferenciar a las personas en sedentarias o no sedentarias. Las primeras son aquellos sujetos que en un día no realicen más de 25-30 minutos de actividad física y que esto no suponga más de un 10% de energía adicional a su metabolismo basal (Varela, Duarte, Salazar, Lema, & Tamayo, 2011). Es por esto que resulta imprescindible medir el tiempo y tipo de actividad realizada para corroborar que una persona no es sedentaria. Algunos autores (citados en Márquez, Rodríguez & De Abajo, 2006, p.12) defienden que la sociedad en la que vivimos no promueve “la actividad física, y factores tales como la automatización de las fábricas, los sistemas de transporte o la amplia gama de equipos electrónicos en las viviendas han reducido [...] la necesidad de desarrollar trabajo físico y han fomentado el sedentarismo”.

La Organización Mundial para la Salud establece la falta de práctica de actividad física como la séptima causa de muerte en España. En 2010, este organismo registró que cerca del 23% de los adultos eran sedentarios. Más preocupante son los datos registrados en adolescentes (sujetos de 11 a 17 años de edad), de los cuales solo el 19% realizaba suficiente actividad física (OMS, 2016). Por otro lado, según la OMS la prevalencia de actividad física moderada es del 31% al 51% (Varela, et al., 2011). Reforzando estos datos, Márquez et al.

(2006) calculan que al menos 7 de cada 10 habitantes de países desarrollados realizan actividad física por debajo de los niveles necesarios para cuidar la salud. Y hoy en día, un estudio de Eklington, Cassar, Nelson y Levinger (2017) ha determinado que aproximadamente el 40% de la población adulta de todo el mundo tiene sobrepeso, de los cuales un 13% es obesa.

### **3.1.1 INFLUENCIA DEL SEDENTARISMO EN ENFERMEDADES**

No podemos pasar por alto el gran número de perjuicios para la salud que trae consigo llevar una vida sedentaria. Si además de la falta de actividad física, sumamos un conjunto de malos hábitos como el tabaco y el alcohol, corremos el riesgo de sufrir una enfermedad hipocinética (asociadas a la falta de actividad física). Es importante mencionar esto ya que, según estadísticas de la OMS, en 2015 el 33,7% y el 28% de hombres y mujeres, respectivamente, mayores de 15 años consumen alguna forma de tabaco en nuestro país. Además, estas personas mayores de 15 años consumen una media de 11,2 litros de alcohol puro por año.

Pero el sedentarismo está en la génesis de las enfermedades que más afectan a los países desarrollados: las enfermedades hipocinéticas. Resultantes de ello: atrofia muscular, disminución de la masa ósea, pérdida de fuerza, etc. (Montero & Rodríguez, 2014). El sedentarismo, sobrepeso y obesidad aumentan el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular o diabetes, (Aránguiz, García, Rojas, Salas, Martínez & Mac Millan, 2010) y también incrementan el riesgo de padecer cáncer de colon, hipertensión, osteoporosis, etc. De hecho, según la OMS el estilo de vida sedentario está cerca de adelantar el tabaco como la principal causa de muerte evitable. De ahí la importancia de abandonar esos malos hábitos y adquirir un estilo de vida activo y saludable, resultando imprescindible la práctica de actividad física de manera regular, junto con una correcta alimentación. Warburton, Whitney y Bredin (2006) consideran que la práctica de actividad física tiene muchos beneficios, como en la prevención de enfermedades crónicas y de una muerte prematura.

En el caso de las enfermedades coronarias, el papel del ejercicio físico resulta de gran trascendencia. En primer lugar, al incrementar el consumo energético de dicho ejercicio, ayuda a controlar el peso, y por ende, a la prevención de la obesidad y de la diabetes tipo II, considerados ambos factores de riesgo de la enfermedad coronaria (Serra, et al., 1994).

Respecto a las diabetes mellitus tipo II, hay estudios (Leonard, Wilson, Ghodes, et al., 1987 & Lloveras, Castell, Lloveras, Salvador y Goday, 1992, citados en Serra et al., 1994) que demuestran que el ejercicio físico mejora la tolerancia a la glucosa y provoca un aumento en la sensibilidad de los receptores de insulina, favoreciendo de esta manera el mejor uso y aprovechamiento de la glucosa para una misma cantidad de insulina. Otros autores (Márquez, et al., 2006) establecen que “el mecanismo fisiológico por el cual la actividad física beneficia a los pacientes con diabetes y reduce la posibilidad de desarrollar la enfermedad sería a través de la modificación de la composición corporal”. También añade que actúa de manera sinérgica a la insulina, ya que favorece la entrada de glucosa a la célula, mejorando de esta manera la sensibilidad de los receptores a la insulina. Por lo que se refiere a la diabetes tipo I hay que tomar más precauciones a la hora de la práctica de ejercicio físico. Si antes de la actividad, los niveles de insulina están muy elevados, un ejercicio de alta intensidad puede hacer que el sujeto sufra una hipoglucemia. Para evitar esta situación, Marcos Becerro y Galiano (2003, citados en Márquez, et al., 2006) establecen que antes del esfuerzo (de 1 a 3 horas) hay que comer, y además “ingerir alimentos ricos en carbohidratos durante el esfuerzo y aumentar la cantidad de alimento en los días siguientes, reducir la dosis de insulina y evitar poner la inyección en la región involucrada en la actividad”.

Según algunos autores citados en Serra et al. (1994), el ejercicio físico es capaz de reducir el riesgo de sufrir osteoporosis debido a un incremento en la producción de contenido mineral óseo. Gracias a estos estudios sabemos que el ejercicio físico juega un papel fundamental en la prevención de esta enfermedad, atendiendo en especial a las personas de la tercera edad y en mujeres menopáusicas. Otros autores (Slemenda y cols., 1991, mencionados en Márquez, et al., 2006) han encontrado, independientemente de la edad y sexo, relación entre la cantidad de horas de actividad soportando peso con la densidad mineral ósea.

Cabe destacar que la práctica de la actividad física debe ir dirigida a una mejora de la condición física (Martínez & Sánchez, 2008). Esto se debe a que se ha hallado una relación inversa mucho más fuerte entre condición física y mortalidad que entre actividad física y mortalidad. En otras palabras, un sujeto con buena condición física no está eximido de realizar actividad física, dado que corre más riesgo que otro con peor condición pero que, en cambio, realice niveles adecuados de actividad física



### 3.1.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

Resulta, pues, imprescindible medir y recoger la cantidad de práctica de actividad física que realiza un sujeto además de medir su condición física antes de aconsejarle un programa de ejercicio físico. Dentro de estos métodos diferenciamos dos tipos de pruebas: las objetivas o de medición (calorimetría indirecta, observación directa, acelerómetros y podómetros) y las subjetivas o de estimación (principalmente cuestionarios, aunque también entrevistas, diarios de actividad física, etc) (Martínez et al., 2009). Uno de los métodos más utilizados es el uso de cuestionarios (Mantilla & Gómez, 2007), por lo que en la tabla 1 aparece un cuadro resumen con una breve descripción de 5 cuestionarios.

Tabla 1. *Métodos de estimación de la Actividad Física*

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
<b>Cuestionario Krece Plus</b>	Consta de 2 preguntas referidas al número de horas semanales de actividades deportivas extraescolares y al número de horas diarias que ve la televisión o juega con videojuegos.
<b>Cuestionario FITNESSGRAM</b>	Consta de 3 preguntas en referencia al número de días semanales que hacen actividades físicas aeróbicas, de fuerza y flexibilidad.
<b>Cuestionario PACE</b>	Consta de 2 preguntas. La primera hace referencia al número de días a la semana que ha realizado al menos 60 minutos de actividad física en la última semana. La segunda pregunta se refiere a lo mismo pero en una semana habitual.
<b>Escala comparativa</b>	Formada por una sola pregunta donde el sujeto ha de comparar la actividad física que realiza con la que realizan otras personas de su mismo sexo y edad. Escala con formato Likert de 5 puntos.
<b>Cuestionario internacional de Actividad Física (IPAQ)</b>	Tiene una versión larga y otra corta. La corta recoge la actividad física de la última semana en 4 bloques diferentes: actividades de tiempo libre, de mantenimiento del hogar, ocupacionales y de transporte.

Adaptación de Martínez et al. (2009) y Mantilla y Gómez (2007).

Dentro de estos métodos de estimación, el más utilizado es el IPAQ, International Physical Activity Questionnaire, o Cuestionario Internacional de Actividad Física. Dicho cuestionario está diseñado para usarlos en adultos entre 18 y 65 años. Existen dos versiones,

una extensa que consta de 31 ítems y una reducida que solo cuenta con 9 ítems. Dada la gran complejidad de la primera, algunos autores (citados en Mantilla, et al., 2007) sugieren el uso de la versión reducida en estudios poblacionales de prevalencia regional y nacional. Esta versión evalúa la práctica de actividad física realizada en los últimos 7 días. A diferencia de los otros cuestionarios, este engloba junto con la actividad física del tiempo libre, la de mantenimiento del hogar, ocupacionales y de transporte. A esto hemos de sumarle la posibilidad que nos ofrece de llevar un registro de los minutos de actividad física que realiza por semana el sujeto. No es de extrañar entonces que se considere un cuestionario más completo. En la tabla 2 mostramos los métodos de medición más comunes:

Tabla 2. *Métodos de medición de la Actividad Física*

<b>MÉTODO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Pulsómetros y podómetros</b>	Cuantifican la actividad realizada en pasos/unidad de tiempo. Son incapaces de diferenciar el tipo, frecuencia, duración e intensidad de una actividad.
<b>Acelerómetros</b>	Miden la magnitud y el ritmo con el que nuestro centro de gravedad se desplaza en el movimiento. Nos permite saber frecuencia, duración e intensidad pero no tipo de actividad. Pueden ser tanto uniaxiales (p.ej., Caltrac) como triaxiales (p.ej., TriTrac).

Adaptación de Rodríguez y Terrados (2006).

A la hora de hablar de los métodos objetivos, los más fiables para averiguar los niveles de actividad física son los acelerómetros. En la mayoría de estudios donde se trata de validar un cuestionario como método de medición, los datos registrados con acelerómetros se utilizan como datos de referencia para compararlos con los datos recogidos por los cuestionarios. Como ya expone la tabla, estos pequeños instrumentos funcionan midiendo la intensidad, duración y frecuencia de la actividad. Los otros instrumentos que aparecen en la tabla 2 como métodos de medición y que se utilizan para medir la cantidad de actividad física hecha por un sujeto en un día son los pulsómetros y podómetros (Navarro et al., 2007). Debido a su objetividad a la hora de medir y a su bajo coste, son instrumentos muy utilizados para la valoración y prescripción de la actividad física (Rodríguez & Terrados, 2006).

A la hora de cuantificar el gasto energético con una actividad lo podemos hacer en Kilocalorías o Kilojulios, sabiendo que 1 Kcal equivale a 4,20 Kjulios. A la hora de medir la intensidad de una actividad física, los científicos y especialistas suelen utilizar un MET, que equivale a 3,5 ml/kg/min de consumo de oxígeno (Márquez, et al., 2006).

En la tabla 3 se exponen una serie de actividades clasificadas según su gasto en METs (intensidad) para poder hallar de manera aproximada el gasto de una persona en el día a día.

Tabla 3. *Actividades cuantificadas en METs*

<b>INTENSIDAD (METS)</b>	<b>ACTIVIDAD FÍSICA</b>	<b>OTRAS ACTIVIDADES</b>
<b>MODERADA (3.0 a 6.0 METs)</b>	Caminar entre 4 y 7 km/h, tiros a canasta, voleibol, surf, montar a caballo, tenis por parejas, natación recreativa, esquí acuático, patinaje sobre hielo, etc.	Tocar un instrumento en movimiento, tocar en una banda, actividades de jardinería, colgar la ropa, llevar bolsas de la compra, limpiar el coche, etc.
<b>VIGOROSA (&gt;6.0 METs)</b>	Marcha o caminar a más de 8 km/h, correr, subir rápido una cuesta, montar en bici a más de 16 km/h, judo, karate, circuito de pesas, tenis individual, fútbol, rugby, hockey sobre hielo, etc.	Trepar un árbol, desplazar mobiliario pesado, empujar un coche parado, subir las escaleras con peso, cargar y descargar un camión,

Adaptación de "General Physical Activities Defined by Level of Intensity" (de acuerdo con las directrices y datos de la CDC y la ACSM)

### 3.1.3 DIFERENCIAS DE GÉNERO EN LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

A la hora de realizar actividad física, encontramos numerosas diferencias en cuanto al género. Algunos autores defienden que los hombres se ejercitan más (90%) que las mujeres (60%) (Sánchez et al., 1998 citado en Pavón, et al., 2008). Reforzando esta opinión, García Ferrando (2005) y Moreno et al. (2003), mencionado en Pavón et al. (2008) defienden que la mayoría de hombres practican actividad física, mientras que la mayoría de las mujeres no. En cuanto a las motivaciones que llevan a la práctica de actividad física, se ha llegado a la conclusión de que las mujeres son más sedentarias porque no les llama tanto la competición, a contraposición de los hombres, que buscan un refuerzo en dicha competición. A eso hay

que añadir que al fijarse objetivos más a largo plazo, se produce mayor abandono en este género que en el masculino. Por el contrario, los hombres buscan deportes más activos y competitivos a diferencia de las mujeres, que buscan la cooperación. Además los primeros tienden más a la práctica de deportes colectivos, a diferencia de las mujeres, que buscan más deportes individuales (Hellín, 2003). Por el contrario, hay autores que defienden que en la actualidad más mujeres que hombres realizan actividad física (Sánchez et al., 2003, citado en Pavón, et al., 2008).

En conclusión, podemos deducir que la mayoría de los artículos establecen que las mujeres son aquellas que tienden más hacia el sedentarismo y al abandono de la práctica deportiva una vez comenzada. Debido a esto, se aconseja a todo profesional de la actividad física y de la salud que busque estrategias para evitar el pronto abandono en mujeres, entre las cuales una puede ser la de establecer objetivos muy a corto plazo.

### **3.2 RECOMENDACIONES DE PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA**

A través de los estudios y teniendo en cuenta los datos de mortalidad de la gente que no practica actividad física sumados a todos aquellos que sufren una enfermedad relacionada con la inactividad física, se han establecido unas recomendaciones de niveles de práctica de actividad física. El Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos recomendó en 2008 realizar un total de 150 minutos de actividad física moderada, o 75 minutos a intensidad vigorosa, o una combinación de ambas. Por otro lado, en 2006 el Colegio Americano de Medicina del Deporte estableció cantidad de actividad física vigorosa en 60 minutos por semana. Reforzando esta opinión, la OMS establece en su libro de "Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud" (Pierre, Candeias, Merchez, & Collazos, 2010) que para los adultos (edades entre 18 y 64 años) se debe alcanzar al menos 150 minutos de actividad física aeróbica moderada o mínimo la mitad de AF vigorosa. Además proponen realizar una combinación de ambas intensidades. Si el sujeto tiene poca capacidad aeróbica, se podrán reducir las sesiones de actividad a rutinas de 10 minutos. No se quedan en las recomendaciones, y aconsejan que para una mayor mejora para la salud, lo ideal es incrementar por 2 las cantidades. Esto quedaría en 300 minutos semanales de AF moderada, 150 minutos de AF vigorosa o una combinación de ambas repartidas en 3 o 4 sesiones. Por último, se deberán realizar al menos 2 sesiones de fuerza y potencia en las que trabajemos los grandes grupos musculares. Estas recomendaciones han

de fomentarse más en la vida universitaria, ya que en general, el inicio de la misma supone una disminución de la práctica de AF (Blasco, Capdevila, Pintanel, Valiente, & Cruz, 1996). Estos mismos autores establecen asimismo, que esta reducción de la práctica de actividad física es más pronunciada en personas que anteriormente ya practicaban poca, además de en mujeres.

Cabe señalar que en una revisión del 2016 (Gardner, et al., 2016) llegaron a la conclusión, que los programas que se enfocaban más a la reducción de los comportamientos sedentarios que al incremento de la cantidad de actividad física realizada, tenían más posibilidades de éxito.

### **3.3 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO**

#### **3.3.1 CONCEPTO DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO**

El consumo de Oxígeno, también denominado  $VO_2$ , establece la cantidad de oxígeno que aprovechan nuestros tejidos en un tiempo determinado. Se utilizará más o menos oxígeno en función del aporte ventilatorio, es decir, de la cantidad de oxígeno que llegue al tejido y la cantidad de dióxido de carbono que el aparato respiratorio sea capaz de eliminar. El aparato cardiovascular es el encargado de transportar estos componentes a todo el cuerpo para que finalmente sea el sistema muscular el que lo aproveche. El  $VO_{2m\acute{a}x}$  ha sido definido como la capacidad máxima del sistema pulmonar, cardiovascular y muscular para captar, transportar y utilizar oxígeno (Poole, Wilkerson, & Jones, 2008). Más recientemente, otros autores (citados en Heydari, Varmazyar, Nikpey, Variani, & Jafarvand, 2017) lo han definido como el rango máximo de oxigenación de un músculo, el cual se considera aceptable en muchos casos para medir la conveniencia entre un individuo y la tarea a realizar. Además señalan que los factores que modifican este valor son la edad, el sexo, la cantidad de actividad física realizada, la frecuencia cardíaca y el peso.

Bazán (2014, p.2) señala que “el  $VO_{2m\acute{a}x}$  también es denominado potencia aeróbica máxima (PAM), ya que es el mayor ritmo al que el metabolismo aeróbico puede suministrar energía”. Además, añade que “la velocidad de  $VO_{2m\acute{a}x}$  (VAM) es el ritmo en km/h con el que se alcanza el  $VO_{2m\acute{a}x}$ ”.

### 3.3.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

A la hora de medir este parámetro, hemos de calcular la cantidad de aire que un sujeto es capaz de meter en sus pulmones por minuto sin considerar la inspiración como forzada. De esta manera, autores como Bazán (2014) establecen que un varón en reposo tiene un  $VO_2$  cerca de 300ml/min. A la hora de comparar con otros sujetos, resulta más sencillo establecer todos los valores en función del peso corporal de cada uno. El dato anterior equivaldría a 3.5 ml/kg/min, también conocido como una unidad metabólica o MET (Teixeira, Smirmaul, & Bertucci, 2014), es decir, lo que gasta nuestro cuerpo con un peso corporal de 90 kg para cumplir con el metabolismo basal.

Normalmente, a la hora de medir el  $VO_{2\text{máx}}$  en laboratorio, la prueba más utilizada es el test de ejercicio incremental o test en rampa hasta el agotamiento, ya sea en cinta rodante o bicicleta ergométrica (Teixeira, et al., 2014). A medida que pasa el tiempo y se hacen incrementos constantes en la intensidad de la prueba, el consumo de oxígeno se eleva de manera proporcional hasta que se mantiene, formando una meseta o, como denominan algunos autores (Teixeira, et al., 2014), *plateau*. El conocimiento del  $VO_{2\text{máx}}$  nos permite saber la capacidad aeróbica de una persona de manera que cuanto mayor sea este valor, mejor capacidad cardiovascular tendrá (Bazán, 2014). Establecemos, pues, el consumo máximo de oxígeno como un buen indicador de salud y rendimiento físico. Algunos autores (Doherty, Nobbs, & Noakes, 2003; Astorino et al., 2005; citados en Teixeira, et al., 2014) critican estas pruebas dado que la meseta no tiene porqué aparecer a todo el mundo a la hora de determinar el  $VO_{2\text{máx}}$ . Para solucionar estos casos Day, Rossiter, Coats, Skasick, y Whipp (2003) y Midgley y Carrol (2009) recomiendan utilizar el  $VO_{2\text{pico}}$ . Para considerar este dato fiable, después de la prueba se deberá realizar la fase de verificación, que consiste en un test constante supramáximo, una vez finalizado el test incremental. De la misma manera, Teixeira et al. (2014,) dudan acerca de si el  $VO_{2\text{máx}}$  ocurre en el trabajo máximo. Dado el costoso precio que tiene realizar una de estas pruebas, autores han desarrollado unos test con el fin de estimar la potencia aeróbica de los sujetos.

Tabla 4. *Pruebas de campo para la valoración del VO<sub>2</sub>máx.*

PRUEBAS	DESCRIPCIÓN
<b>Test de los 12 minutos o Test de Cooper</b>	<p>Consiste en recorrer la máxima distancia posible, corriendo o andando, en 12 minutos.</p> $VO_2\text{máx} = (\text{DISTANCIA} - 0,3138) / 0,0278$
<b>Test de la milla</b>	<p>Consiste en recorrer 1.609 metros en el menor tiempo posible, pudiendo caminar o correr. En este caso se halla el VO<sub>2</sub>pico y no el VO<sub>2</sub>máx.</p> $VO_2\text{pico} = -8,41(\text{TIEMPO}) + 0,34(\text{TIEMPO}^2) + 0,21(\text{EDAD} \times \text{SEXO}) - 0,84(\text{IMC}) + 108,94$
<b>Test de caminar/Correr 1.000 metros</b>	<p>Igual que el anterior pero en este caso recorrer 1.000 metros en el menor tiempo posible.</p> $VO_2\text{máx} = 71,622 - (5,850 \text{ TIEMPO})$
<b>Test de Pista de la Universidad de Montreal (UMTT)</b>	<p>Prueba que se realiza en una pista de al menos 200 metros por vuelta. Se colocan postes cada 50 metros y los sujetos han de seguir la velocidad indicada (por silbato, por grabación, etc). Es un test incremental que comienza a unos 5 METs y aumenta 1 MET cada 2 minutos. Para más información consultar Leger y Boucher (1980).</p>
<b>Test Course-Navette</b>	<p>Modificación del test anterior para que sea realizado en espacios reducidos. Se diferencia del anterior en que los postes están cada 20 metros y en este sí que hay frenadas, arrancadas y cambios de dirección. Se comienza a 7,5 km/h y cada 2 minutos se aumenta 1 MET. Para más información consultar Leger y Lambert (1982).</p>

Adaptación de Farinola (2008); Batería EUROFIT (2009); Leger y Boucher (1980); y Leger y Lambert (1982).

Esto resulta de gran utilidad para los profesionales de la salud y de la actividad física en centros escolares debido al poco tiempo y escasos recursos de los que disponen. Esto es de gran relevancia, ya que, como se explicará más adelante en el texto, resulta imprescindible comenzar con hábitos de práctica de actividad física en edades jóvenes, con el fin de evitar un rápido deterioro de nuestra capacidad o potencia aeróbica. Realizar pues una prueba de estas en una clase de educación física puede ayudar al profesor a determinar qué alumnos tienen una menor capacidad aeróbica, valorar su evolución y saber quiénes tienden hacia un estilo de vida sedentario. De esta manera estaríamos atacando el problema en una edad adecuada para que esto no repercuta en su futuro.

Un estudio demostró que en España, del 60% al 72,6% de los estudiantes universitarios no cumplen con las recomendaciones generales de práctica de Actividad Física (Varela, Cancela, Ayan, Martín, & Molina, 2012), por lo que, en nuestra opinión, deberían ser los responsables de educación de las instituciones públicas los que establezcan un programa de diagnóstico y prevención del sedentarismo, ya que si analizamos la tendencia de nuestro país en la actualidad, está enfocada hacia un estilo de vida poco activo. Por otro lado, y dado que la sociedad española tiende al sedentarismo, especialmente en el cambio a la vida universitaria, parece razonable pensar que sean los propios docentes los que tengan en cuenta los datos y tomen medidas para evitar un incremento aún mayor en la falta de práctica de actividad física, y que de esa manera los jóvenes no lleguen a la etapa universitaria con una mala capacidad aeróbica.

### **3.3.3 VALORES MEDIOS DE REFERENCIA**

A continuación, en la Tabla 5 se muestran valores de referencia de consumo máximo de oxígeno según diversos estudios y autores. Cada estudio da valores de  $VO_{2\text{máx}}$  en diferentes rangos de edad. A su vez hace una separación por género, y dentro de ella diferencia entre sujetos sedentarios o sujetos activos, considerando activos a aquellos sujetos que realizaban al menos 30 minutos 3 veces por semana. El primer estudio que aparece es el de Neder et al. (2001) el cual se llevó a cabo únicamente con sujetos sedentarios, por lo que carece de valores en el apartado de sujetos activos. Sus valores son ligeramente menores al resto, y eso puede deberse a que la prueba se realizó en cicloergómetro. En segundo lugar aparece el estudio de Haddad y Uhlendorf (2010) que se realizó con cinta ergométrica en población brasileña y que presenta valores superiores al anterior. Respecto al último estudio (Fairbairn et al., 1994), se hallaron valores superiores a los dos anteriores. Estos tres estudios están divididos por franjas de edad. El primero de ellos en tres franjas, el segundo en 6 y el último en 5.



Tabla 5. Valores de referencia del consumo máximo de oxígeno de hombres y mujeres activos y sedentarios según diversos autores. Los valores del  $VO_{2\text{máx}}$  de Neder et al. Y Fairbarn et al. Están expresados en L/min y los valores de Haddad y Uhlenndorf en mL/Kg/min

ESTUDIO	EDAD	HOMBRES		MUJERES	
		Sedentarios	Activos	Sedentarias	Activas
<b>Neder et al. (2001)</b>	20-39	3,33	-	1,97	-
	40-59	2,82	-	1,71	-
	>60	1,85	-	1,37	-
<b>Haddad y Uhlenndorf (2010)</b>	15-24	47,4	50,6	35,6	38,9
	25-34	41,9	47,4	34,0	38,1
	35-44	39,0	45,4	30,0	34,9
	45-54	35,6	40,5	27,2	31,1
	55-64	30,0	35,3	23,9	28,6
	65-74	23,1	30,0	21,2	25,1
<b>Fairbarn et al. (1994)</b>	20-29	3,44	3,73	2,01	2,25
	30-39	3,26	3,65	1,93	2,20
	40-49	2,99	3,37	1,80	1,96
	50-59	2,48	2,91	1,56	1,84
	60-69	1,89	2,52	1,42	1,64

Adaptación de Haddad y Uhlenndorf (2010),

El  $VO_{2\text{máx}}$  varía según el sexo, edad, peso, nivel de actividad física diaria y tipo de ejercicio (ATS/ACCP, 2003). En la figura 1 podemos ver la gráfica a partir de los datos del estudio de Haddad y Uhlenndorf (2010) y observar cómo varía en función de la edad y sexo. Las franjas de interés para esta revisión son la 1 y la 2 para poder apreciar las modificaciones en la juventud y comienzo de la vida adulta y como la práctica de actividad física a estas edades condiciona la salud en el futuro.

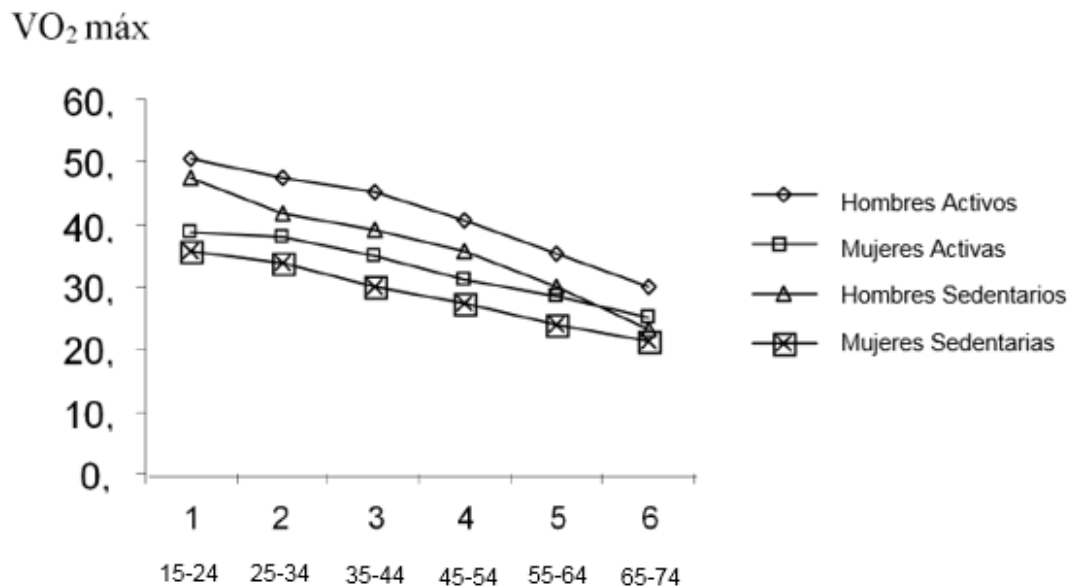


Figura 1. Valores del VO<sub>2</sub>máx (ml/Kg/min) por franjas de edad y por sexo, diferenciando sujetos activos de sujetos sedentarios. Adaptado de Haddad y Uhlendorf (2010).

Apreciamos claramente que el VO<sub>2</sub>máx tanto para activas como sedentarias, es inferior en mujeres. Incluso el grupo de mujeres activas presentan un menor consumo máximo de oxígeno que los hombres sedentarios. En cuanto a la edad hay un progresivo descenso en los cuatro grupos. A pesar de ello, resulta obvio que la bajada en el grupo de sedentarios (hombres y mujeres) es mucho más pronunciada que en el grupo de activos. Por todo esto, resulta de suma importancia adquirir unos hábitos de práctica de actividad física en una temprana edad con el fin de poder mantener nuestros niveles de consumo máximo de oxígeno y evitar, en la medida de lo posible, que desciendan de manera prominente.

### 3.4 ENTRENAMIENTO Y CONSUMO DE O<sub>2</sub>

#### 3.4.1 CONCEPTOS RELACIONADOS

En la literatura científica aparecen numerosas propuestas para la mejora de la capacidad aeróbica de un sujeto, pero todas ellas coinciden en la necesidad de llevar un adecuado control de las variables que determinan la carga de entrenamiento (García-Pallarés, & Morán, 2012). Estas son volumen, intensidad y densidad. Realizar una leve modificación en una de ellas provocaría adaptaciones distintas en las diferentes capacidades de un sujeto.

El término volumen hace referencia a la cantidad de actividad que realizamos del mismo tipo en un entrenamiento. Se trata del único componente cuantitativo de la carga, por lo que resulta sencillo ajustar este parámetro. Se puede determinar a partir del tiempo-duración (minutos) o a través de una distancia a cubrir (kilómetros) (García-Pallarés et al., 2012). Por otro lado, la intensidad es considerada la parte cualitativa de la carga y según Helgerud et al. (2007) la principal variable que condiciona las adaptaciones. Se define como “el rendimiento requerido respecto a una capacidad máxima conocida o estimada (p.e., %FCmáx, % VO<sub>2</sub>máx, %FCreserva o %VAM)” (García-Pallarés et al., 2012, p. 121). Estos mismos autores, establecen la densidad como la relación entre la cantidad de trabajo y el tiempo de recuperación, por lo que a mayor densidad, menor tiempo de descanso y mayor tiempo de carga.

El *Umbral Aeróbico*, definido como la intensidad a la cual el metabolismo aeróbico no puede satisfacer por sí mismo las demandas energéticas del músculo, y necesita el metabolismo anaeróbico para suministrar energía (Holloszy & Coyle, 1984, mencionados en García-Pallarés et al., 2012). A pesar de ello la contribución del metabolismo anaeróbica es ínfima, y asciende según se incrementa la intensidad. Este mismo autor establece que todo ejercicio realizado a una intensidad alrededor del UA produce beneficios en la eficiencia aeróbica y mejoras en la oxidación de grasas. Además, cabe señalar que todo ejercicio que se efectúe por debajo de este umbral no provoca adaptaciones en el sujeto, dado que su organismo ya está adaptado a dicho esfuerzo. El *Umbral Anaeróbico*, considerado la intensidad a la cual se cambia de metabolismo aeróbico a anaeróbico y donde el oxígeno que llega a los músculos no es suficiente para cumplir las expectativas energéticas que demanda el organismo (García-Pallarés et al., 2012). Trabajar en intensidades en torno a este umbral presenta beneficios en la oxidación del glucógeno e incrementa sus depósitos, además de mejoras en las adaptaciones centrales (García-Pallarés & Izquierdo, 2011). Dado que enfocamos esta revisión a personas especialmente poco activas y con una mala condición física, es aconsejable no superar y estar por debajo de dicha intensidad.

En cuanto al control de la intensidad en una actividad, lo más apropiado según ciertos autores (citados en Bouzas, Ottoline & Delgado, 2010) es el uso de la FC, dada la sencillez de su registro (con un simple pulsómetro se puede monitorizar) y justificándose en la relación entre frecuencia cardiaca máxima y el VO<sub>2</sub>. Reforzando lo anterior, Karvonen, Kentala y Mustala (1957), mencionados en Bouzas et al. (2010), comentan que “estos factores hacen

posible que se pueda establecer un programa de actividad física que tome la FC como elemento de control de la intensidad del ejercicio”.

### 3.4.2 TIPOS DE ENTRENAMIENTO

En cuanto a las formas de entrenamiento que aparecen en la literatura científica para mejorar la resistencia cardiorrespiratoria se diferencian 3 métodos: *Métodos Continuos*, *Métodos Fraccionados* y los métodos específicos de *Control y Puesta a Punto* (García-Pallarés et al., 2012). En esta revisión nos centraremos en los dos primeros y descartaremos el tercer método por su excesivo enfoque a la competición y poco útil en población sedentaria y/o con poca condición física.

1. *Métodos Continuos*: aquellos cuyos estímulos son de un único intervalo, en el cual la intensidad puede variar o permanecer igual a lo largo del ejercicio (variables y uniformes respectivamente).
2. *Métodos Fraccionados*: a diferencia de los primeros, este método incluye fases de descanso entre los estímulos. En función de si el descanso es completo o incompleto se distinguen dos subtipos:
  - a. *Métodos interválicos*: recuperación incompleta.
  - b. *Métodos de repeticiones*: recuperación completa.

En el anexo 1 y 2 se muestran unas tablas (con una terminología de Navarro, 1998) tomada de (García-Pallarés et al., 2012) donde aparecen ambos métodos y los valores adecuados de Volumen, Intensidad y Densidad para cada uno de ellos.

En el anexo 3, (tabla tomada de García-Pallarés et al., 2012) aparece qué método es el más adecuado para cada una de las zonas o rutas metabólicas, estableciendo la intensidad para los diferentes parámetros (%VO<sub>2</sub>máx, %FCmáx, %VAM) y los objetivos para cada zona. En nuestro caso nos centramos en los métodos de entrenamiento favorables para la mejora del consumo máximo de O<sub>2</sub>, aunque cabe señalar que incluir los métodos de ambos umbrales provocará numerosos beneficios en la eficiencia y capacidad aeróbica, además de adaptaciones centrales y otras mejoras.

Estos autores establecen que los métodos más óptimos para trabajar y mejorar el consumo máximo de oxígeno son los métodos interválicos extensivos largo y medio, donde se trabaje a una intensidad en torno al 95% el VO<sub>2</sub>máx o FCmáx. Evitamos el método intensivo

corto ya que supone trabajar a máxima intensidad y, como ya hemos mencionado anteriormente, no es adecuado para gente sedentaria o con poca condición física. Además, incluiremos en unas primeras etapas ambos métodos continuos (uniforme y variable), dado que resulta más sencillo para gente poco habituada a la actividad física y aprovechando que este tipo de entrenamiento mejora también los umbrales.

**PROPUESTA DE ENTRENAMIENTO PARA LA MEJORA DEL CONSUMO DE OXÍGENO:**

Si tenemos en cuenta todas las tablas que aparecen en los anexos y las consignas mencionadas en todo el texto, podemos establecer una progresión en un programa de actividad física con un volumen, intensidad y densidad óptimo para mejorar el  $VO_2$ máx. En las tablas 6, 7 y 8 se especifican los valores de estos parámetros, además de ejemplos de actividad y una propuesta clara de entrenamiento. La intensidad está expresada en % de la Frecuencia Máxima, y el Volumen se ha reducido en la primera etapa para que pueda ser utilizada por sujetos sedentarios con mala condición física.

Tabla 6. Programa de Iniciación a la práctica de AF (4 semanas). ETAPA 1

MÉTODO	VOLUMEN	INTENSIDAD	FRECUENCIA	DENSIDAD	EJEMPLO DE ACTIVIDAD
<b>Continuo Uniforme (2 semanas)</b>	30'-60'	65-70%	3-4/semana	-	Carrera continua, bicicleta estática, elíptica, etc
<b>Continuo Variable (2 semanas)</b>	Total de 30'-60' Repet. de 5'	80%	3-4/semana	-	Carrera continua, bicicleta estática, elíptica, etc.

Elaboración propia.

Tanto para el método uniforme como para el variable buscamos que se cumplan las recomendaciones generales de práctica de Actividad Física, es decir, que al principio del programa se llegue a 80 minutos-90 minutos de práctica de AF e ir incrementándolo hasta

llegar a un total de 150 minutos al final de esta etapa. A su vez, las sesiones de 30 minutos a 60 minutos, como bien hemos mencionado antes, pueden reducirse a periodos de 10 minutos como mínimo si la forma física del sujeto no lo permite. Si apreciamos que el sujeto tiene muy mala condición física, realizaremos una segunda vez esta tabla antes de tomar contacto con el entrenamiento interválico.

Tabla 7. Programa de Iniciación al entrenamiento interválico (4 semanas). ETAPA 2

MÉTODO	VOLUMEN	INTENSIDAD	FRECUENCIA	DENSIDAD	EJEMPLO DE ACTIVIDAD
<b>Continuo Variable (2 semanas)</b>	Total de 20'-40' Repet. de 3'-5'	85%	4/semana	-	Carrera continua, bicicleta estática, elíptica, etc.
<b>Interválico Extensivo Largo (2 semanas)</b>	Total de 45'-70' 6-10 Repet. de 5'-15'	90%	3-4/semana	2'-5'	Sprints, sprints en bicicleta estática, subir escaleras, cuestras, etc.

Elaboración propia.

En los métodos continuos no existe densidad ya que son sesiones sin repeticiones y de volumen fijo; en los interválicos está expresada en minutos de recuperación entre repeticiones. En las primeras sesiones con este último método tomaremos los valores máximos de recuperación, y a medida que pasa el tiempo iremos reduciéndolo. Esta segunda etapa sirve como toma de contacto a los métodos interválicos. El volumen total de entrenamiento a la semana debe llevar una progresión equilibrada. Como objetivo de esta etapa y teniendo en cuenta que han pasado dos meses desde el comienzo del programa, el volumen deberá situarse entre 150 y 300 minutos semanales.

Tabla 8. Programa de Iniciación al entrenamiento del consumo de Oxígeno (4-6 semanas). ETAPA 3

MÉTODO	VOLUMEN	INTENSIDAD	FRECUENCIA	DENSIDAD	EJEMPLO DE ACTIVIDAD
<b>Interválico Extensivo Largo (2-3 semanas)</b>	Total de 45'-70' 6-10 Repet. de 5'-15'	90%	4/semana	2'-5'	Sprints, sprints en bicicleta estática, subir escaleras, cuestras, etc.
<b>Interválico Extensivo Medio (2-3 semanas)</b>	Total de 35'-45' 12-15 Repet. de 1'-3'	95%	4/semana	1'-3'	Sprints, sprints en bicicleta estática, subir escaleras, circuito de pesas.

Elaboración propia.

Al final de esta etapa el volumen total de práctica de AF debería rondar los 300 minutos semanales. A medida que el sujeto progresa y el profesional observa mejoras, se podría llevar a cabo una cuarta etapa aumentando la intensidad y reduciendo el tiempo de recuperación. También habría que dividir las repeticiones en diversas series y establecer un tiempo de recuperación entre series. Si se desea profundizar y progresar más se deberían ajustar los parámetros según la literatura científica. Para ello es aconsejable seguir las tablas de los anexos 1, 2 y 3 (tomado de García-Pallarés et al., 2012).

#### 4. CONCLUSIONES Y APLICACIONES

- El sedentarismo se ha convertido en uno de los problemas en nuestro país debido a la tendencia a realizar poca o no realizar actividad física, por lo que resulta necesario afrontarlo en las edades jóvenes para evitar un mayor deterioro de la capacidad aeróbica con el paso de los años.
- A pesar de que los métodos de medición de la condición física y del consumo máximo de oxígeno más fiables y eficaces pueden resultar muy complejos y costosos, encontramos en la literatura científica cuestionarios y test de sencilla aplicación. Estos permiten a todo profesional de la actividad física evaluar la condición física y el  $VO_2$ máx sin apenas recursos.
- A través de estos test y con el conocimiento de los valores de referencia de  $VO_2$ , los graduados de ciencias de la actividad física y del deporte pueden distinguir en una buena edad qué sujetos tienen mala capacidad aeróbica. De esta manera los test toman una labor preventiva y podemos incidir en la salud del joven, evitando así un mayor empeoramiento de su salud.
- Existen diferentes formas de trabajar y mejorar la capacidad aeróbica de un sujeto, aunque según la literatura, las más eficaces son el trabajo continuo e interválico. Dada la condición física de los supuestos sujetos a los que va enfocado nuestro trabajo (sedentarios y/o con mala condición física), concluimos que la mejor progresión es comenzar con métodos continuos y con el paso del tiempo y conforme aumente la intensidad, cambiar a métodos interválicos. Estos últimos son considerados los más eficaces para mejorar el consumo de oxígeno.
- La elaboración de un programa de entrenamiento dividido por etapas y con una progresión adecuada (estableciendo valores de volumen, intensidad y densidad en función de la literatura) resulta muy útil para que los profesionales de las ciencias de la actividad física y del deporte en relación a la salud en personas sedentarias.



- Como sugerencia, consideramos que sería interesante aplicar la propuesta de entrenamiento presentada en este trabajo a un grupo de sujetos sedentarios, con el fin de poder extraer resultados y conclusiones significativas que validen dicho programa.

## **5. VALORACIÓN PERSONAL**

El presente trabajo ha sido de gran utilidad para mi desarrollo profesional y me ha servido como estímulo y motor de arranque hacia el campo de la investigación. Por otro lado, me ha reforzado el principio de que los profesionales del campo de la Actividad Física y de la Salud debemos mostrar una permanente atención a las novedades y hallazgos de la literatura científica, en el marco de una continua actitud de reciclaje de sus conocimientos y técnicas.

En el campo de la educación física, sería de relevancia que los profesionales atendieran a los datos objetivos que muestra la literatura acerca del sedentarismo y de las posibles enfermedades asociadas a ello. De esta manera, se detectaría qué sujetos presentan una mala condición física y/o hábitos que tienden al sedentarismo, y se podría aplicar a tiempo un programa preventivo.

Con vistas a un futuro, sería de gran aportación para nuestro campo llevar a cabo una fase experimental a partir de esta revisión. De esta manera, el trabajo no quedaría únicamente reducido a la teoría, sino que habría datos reales y fiables con los que sacar conclusiones y demostrar la validez de esta propuesta.

Por último, deseo agradecer el apoyo y la dedicación de mi tutor, José Gerardo Villa, así como el de los docentes y demás profesionales, que me han permitido llevar a cabo felizmente este proyecto.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aránguiz, H., García, V., Rojas, S., Salas, C., Martínez, R., & Mac Millan, N. (2010). Estudio Descriptivo, comparativo y correlacional del estado nutricional y condición cardiorrespiratoria en estudiantes universitarios de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(1), 70-78.
- ATS/ACCP. (2003). Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 167(2), 211-277.
- Bazán, N. (2014). Consumo de Oxígeno. Definición y Características. *Sports Magazine. Revista de Entrenamiento*, 6(20), 1-6.
- Blasco, T., Capdevila, L., Pintanel, M., Valiente, L., & Cruz, J. (1996). Evolución de los patrones de actividad física en estudiantes universitarios. *Revista de psicología del deporte*, 5(2), 51-63.
- Bouzas, J., Ottoline, N., & Delgado., M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts Medicina de l'esport*, 45(168), 251-258.
- Buhring, K., Oliva, P., & Bravo, C. (2009). Determinación no experimental de la conducta sedentaria en escolares. *Revista chilena de nutrición*, 36(1), 23-30.
- Day, J. R., Rossiter, H. B., Coats, E. M., Skasick, A., & Whipp, B. J. (2003). The maximally attainable V<sub>O2</sub> during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1901-1907.
- Elkington, T., Cassar, S., Nelson, A., & Levinger, I. (2017). Psychological Responses to Acute Aerobic, Resistance, or Combined Exercise in Healthy and Overweight Individuals: A Systematic Review. *Clinical Medicine Insights. Cardiology*, 11. Recuperado de <http://insights.sagepub.com/psychological-responses-to-acute-aerobic-resistance-or-combined-exerci-article-a6315>
- Escalante, Y. (2011). Physical activity, exercise, and fitness in the public health field. *Revista Española de Salud Pública*, 4(85), 325-328.
- Fairbairn, M., Blackie, S., McElvaney, N., Wiggs, B., Paré, P., & Pardy, R. (1994). Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest*, 105(5), 1365-1369.
- Farinola, M. (2009). Pruebas de campo para la valoración del consumo de oxígeno, la velocidad aeróbica máxima, y la resistencia intermitente. *Revista electrónica de*

*Ciencias Aplicadas al Deporte*, 2(5), 1-15. Recuperado de <http://www.romerobrest.edu.ar/ojs/index.php/ReCAD/article/view/85/88>

- Gardner, B., Smith, L., Lorencatto, F., Hamer, M., & Biddle, S. (2016). How to reduce sitting time? A review of behavior change strategies used in sedentary behavior reduction interventions among adults. *Health Psychology Review*, 10(1), 89-112.
- Gonçalves, B., Menezes, A., Wehrmeister, F., Barros, F., & Pratt, M. (2017). Screen-based sedentary behavior during adolescence and pulmonary function in a birth cohort. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 1-8.
- González, K., Fuentes, J., & Márquez, J. (2017). Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. *Korean Journal of Family Medicine*, 38(3), 111-115.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>máx more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665-671.
- Heydari, P., Varmazyar, S., Nikpey, A., Variani, A., & Jafarvand, M. (2017). Step Test: a method for evaluating maximum oxygen consumption to determine the ability kind of work among students of medical emergencies. *Electronic physician*, 9(3), 4020-4026.
- Centers for Disease Control and Prevention & American College of Sports Medicine. (s.f.). General Physical Activities Defined by Level of Intensity. Recuperado de [http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/pdf/PA\\_Intensity\\_table\\_2\\_1.pdf](http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/pdf/PA_Intensity_table_2_1.pdf)
- Hellín, P. (2003). *Hábitos físico-deportivos en la Región de Murcia: Implicaciones para la elaboración del currículum en el ciclo formativo de Actividades Físico-Deportivas*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- Mantilla, S., & Gómez, A. (2007). El cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesología*, 10(1), 48-52.
- Márquez, S., Rodríguez, J., & De Abajo, S. (2007). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *Apunts Educación Física y Deportes*, 12-24.
- Martínez, V., & Sánchez, M. (2008). Relación entre actividad física y condición física en niños y adolescentes. *Revista española de cardiología*, 61(2), 108-111.
- Martínez, D., Martínez, V., Del Campo, J., Zapatera, B., Welk, G., Marcos, A., & Veiga, O. (2009). Validez de cuatro cuestionarios para valorar la actividad física en adolescentes españoles. *Gaceta Sanitaria*, 23(6), 512-517.

- Midgley, A. W., & Carroll, S. (2009). Emergence of the verification phase procedure for confirming "true"  $VO_2$ máx). *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 19(3), 313-322.
- Montero, C., & Rodríguez, F. (2014). Paradoja: "activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente". Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista médica de Chile*, 142(2), 72-78.
- Muros, J., & Som, A. (2008). Efecto de la actividad física extraescolar sobre la calidad de vida relacionada con la salud en alumnos de primero y segundo de eso en un centro escolar de Granada, España. *EFDeportes*, (120). Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd120/actividad-fisica-extraescolar.htm>
- Navarro, R., Ceballos, O., Pérez, J., & Calatayud, J. (2007). Medición de la Actividad Física con instrumentos mecánicos en estudiantes del nivel medio y superior de la UANL. *Revista Salud Pública y Nutrición Edición Especial*, (4).
- García-Pallarés, J., Izquierdo, M. (2011). New strategies to optimize concurrent training in rowing and canoeing. *Sports Medicine*, 41(3), 329-343.
- García-Pallarés, J., & Morán, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 119-136.
- Leger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: The Université de Montréal Track Test. *Canadian journal of applied sport sciences*, 5(2), 77-84.
- Neder, J., Nery, L., Castelo, A., Andreoni, S., Lerario, M., Sachs, A., Silva, A., & Whipp, B. (1999). Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomised study. *European Respiratory Journal*, 14(6), 1304-1313.
- Organización Mundial de la Salud (2016). Actividad física. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>
- Pavón, A. & Moreno, J. (2008). Actitud de los universitarios ante la práctica físico-deportiva: Diferencias por géneros. *Revista de Psicología del Deporte*, 17(1), 7-23.
- Pierre, V., Candeias, V., Merchez, P., & Collazos, V. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Suiza: OMS.
- Poole, D. C, Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (2008). Validity of criteria for establishing maximal  $O_2$  uptake during ramp exercise tests. *Eur. J. Appl. Physiol.* 102, 403-410.
- Rodríguez, J., & Terrados, N. (2006). Métodos para la valoración de la actividad física y el gasto energético en niños y adultos. *Revista Archivos de Medicina del Deporte*, 23(115), 365-377.

- Serra Majem, L., de Cambra, S., Saltó, E., Rour, E., Rodríguez, F., Vallbona, C., & Salleras, L. (1994). Consejo y prescripción de ejercicio físico. *Medicina Clínica*, 102(1), 100-108.
- Teixeira, I., Smirmaul, B., & Bertucci, D. (2014). ¿El VO<sub>2</sub>máx que medimos es realmente máximo? *Journal PubliCE Standard*. Recuperado de: <http://g-se.com/es/journals/publice-standard/articulos/el-vo2max-que-medimos-es-realmente-maximo-1720>
- Varela, M.T., Duarte, C., Salazar, I.C., Lema, L.F., & Tamayo, J.A. (2011). Actividad Física y sedentarismo en jóvenes universitarios de Colombia: prácticas, motivos y recursos para realizarlas. *Colombia Médica*, 42(3), 269-277.
- Varela, V., Cancela, J., Ayan, C., Martín, V., & Molina, A. (2012). Lifestyle and Health among Spanish University Students: Differences by Gender and Academic Discipline. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(8), 2728-2741.
- Warburton, D., Whitney, C., & Bredin, S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174(6), 747-749.

## ANEXOS

### Anexo 1 (tomada de García-Pallarés et al., 2012)

INTENSIDAD									
Método*	Abrev.	Zona Etto.	%VAM	%VO <sub>2max</sub>	%FC <sub>reserva</sub>	%FC <sub>max</sub>	%UmAnae	[Lact] mmol·L <sup>-1</sup>	
Continuos	Continuo Extensivo	CE	R0 R1	< 65	< 65	< 65	< 70	70 - 65	1-2
	Continuo Intensivo	CI	R1 R2	65 - 80	65 - 80	65 - 80	70 - 80	70 - 80	1-2
	Continuo Variable 1	CV1	R1 R2	75 - 90	75 - 90	75 - 90	80 - 95	85 - 100	2-4
			R0 R1	60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85	
	Continuo Variable 2	CV2	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	100 - 110	4-6
			R0 R1	60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85	

				VOLUMEN				DENSIDAD	
Método*	Abrev.	Zona Etto.	T' Total <sub>Sesión</sub>	T' Rep	Nº Rep.	Nº Series	T' Recup <sub>Repet</sub>	T' Recup <sub>Series</sub>	
Continuos	Continuo Extensivo	CE	R0 R1	varias horas - 30 min	varias horas - 30 min	-	-	-	-
	Continuo Intensivo	CI	R1 R2	90 min - 30 min	90 min - 30 min	-	-	-	-
	Continuo Variable 1	CV1	R1 R2	60 min - 30 min	> 5 min	-	-	-	-
			R0 R1		< 3 min				
	Continuo Variable 2	CV2	R2 R3	40 min - 20 min	entre 3 y 5 min	-	-	-	-
			R0 R1		> 3 min				

**Anexo 2** (tomada de García-Pallarés et al., 2012)

			INTENSIDAD							
Método*	Abrev.	Zona Etto.	%VAM	%VO <sub>2max</sub>	%FC <sub>reserva</sub>	%FC <sub>max</sub>	%UmA <sub>ae</sub>	[Lact] mmol·L <sup>-1</sup>		
Fracionados	Interv. Extensivo Largo	IEL	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	90 - 105	3-5	
	Interv. Extensivo Medio	IEM	R3 R3+ R4	90 - 105	90 - 105	90 - 105	95 - 100	-	6-8	
	Interv. Intensivo Corto	IIC	R3+ R4	100 - 115	100 - 115	-	-	-	8-14	
	Interv. Intensivo Muy Corto	IIMC	R6	> 160	Velocidad Máxima					
	Repet. Largas	RL	R4	105 - 120	-	-	-	-	8-14	
	Repet. Medias	RM	R5	120 - 140	-	-	-	-	15-20	
	Repet. Cortas	RC	R5 R6	140 - 160	-	-	-	-	10-15	

			VOLUMEN				DENSIDAD			
Método*	Abrev.	Zona Etto.	T' TotalSesión		T' Rep	Nº Rep.	Nº Series	T' Recup <sub>Repet</sub>		T' Recup <sub>Series</sub>
Fracionados	Interv. Extensivo Largo	IEL	R2 R3	70 min - 45 min	15 min - 2 min	6 - 10	-	2 min - 5 min	-	
	Interv. Extensivo Medio	IEM	R3 R3+ R4	45 min - 35 min	3 min - 1 min	12 - 15	-	1 min - 3 min	-	
	Interv. Intensivo Corto	IIC	R3+ R4	30 min - 25 min	1 min - 20 s	3 - 4	3 - 4	30 s - 2 min	10 min - 12 min	
	Interv. Intensivo Muy Corto	IIMC	R6	60 min - 50 min	15 s - 8 s	3 - 4	6 - 8	2 min - 3 min	5 min - 10 min	
	Repet. Largas	RL	R4	70 min - 40 min	3 min - 2 min	3 - 6	-	10 min - 12 min	-	
	Repet. Medias	RM	R5	70 min - 40 min	90 s - 45 s	3 - 6	-	10 min - 12 min	-	
	Repet. Cortas	RC	R5 R6	70 min - 40 min	30 s - 20 s	6 - 10	-	8 min - 10 min	-	

**Anexo 3** (tomada de García-Pallarés et al., 2012)

ZONA O RITMO	ABREV.	OBJETIVO
Recuperación activa o Regenerativo	R0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar al deportista para la actividad principal de la sesión</li> <li>Recuperar al organismo entre estímulos (i.e., eliminar sustancias de desecho metabólico, descenso de la temperatura central, rellenado de los depósitos energéticos, etc.).</li> </ul>
Umbral aeróbico	R1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la eficiencia aeróbica.</li> <li>Mejorar la capacidad de soportar esfuerzos aeróbicos prolongados mediante la mejora de la oxidación de grasas y el aumento de sus depósitos.</li> </ul>
Umbral anaeróbico	R2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la capacidad de soportar esfuerzos aeróbicos prolongados en condiciones de umbral anaeróbico.</li> <li>Mejora de la oxidación del glucógeno y sus depósitos.</li> <li>Adaptaciones centrales: ↑Afinidad por la hemoglobina, ↑Difusión pulmonar, ↑Volumen sistólico, ↑Gasto cardiaco, ↑Volemia.</li> </ul>
Consumo Máximo de Oxígeno	R3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la capacidad de soportar esfuerzos en condiciones próximas e iguales al <math>VO_{2max}</math>.</li> </ul>
	R3+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptaciones periféricas: ↑densidad capilar, ↑densidad mitocondrial, ↑enzimas oxidativas, ↑reservas de glucógeno.</li> </ul>

INTENSIDAD				MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO PARA SU DESARROLLO
% $VO_{2max}$ % $FC_{reserva}$	% $FC_{max}$	%VAM	[Lact] $mmol \cdot L^{-1}$	
<65	<65	<65	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuo Uniforme Extensivo</li> </ul>
65-75%	70-80%	65-75%	1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuo Uniforme Extensivo</li> <li>Continuo Uniforme Intensivo</li> <li>Continuo Variable 1</li> </ul>
75-85%	80-90%	75-85%	2-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuo Variable 1</li> <li>Continuo Variable 2</li> <li>Interválico Extensivo Largo</li> </ul>
90-95%	95-98%	90-95%	4-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interválico Extensivo Largo</li> <li>Interválico Extensivo Medio</li> </ul>
100%	100%	100%	6-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interválico Extensivo Medio</li> <li>Interválico Intensivo Corto</li> </ul>