



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE POSTGRADO

*Evaluación de las variaciones antropométricas en una persona sedentaria, a partir de la aplicación de un programa de entrenamiento funcional, implementando técnicas específicas de CrossFit, TRX y CORE*

*Carlos Javier Reyes Mancipe*

*Trabajo final para obtener el grado de Especialista En Programación y Evaluación del Ejercicio.*

*Director de la especialización:*

*Adrián Casas, Universidad Nacional De La Plata.*

*La Plata, 28 días del mes de Mayo año 2016*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

NOTA

---

---

---

---

---

EVALUADOR

---

---

---

---

---

EVALUADOR

---

---

---

---

---



## TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS .....	6
OBJETIVO GENERAL .....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
MARCO TEÓRICO.....	9
ANTROPOMETRÍA: .....	9
EXPLORACIÓN FÍSICA Y MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	9
BASE FISIOLÓGICA ADOPTADA PARA EL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO.....	18
ESTRATEGIAS DE ENTRENAMIENTO.....	24
ENTRENAMIENTO FUNCIONAL .....	24
CROSSFIT.....	25
ENTRENAMIENTO EN SUSPENSIÓN (TRX).....	26
EL CORE .....	27
FASE DE APLICACIÓN.....	28
ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO.....	28
ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO .....	29
VALORACION INICIAL.....	33
VALORACION ANTROPOMETRICA MENSUAL.....	37
VALORACION FINAL (GRAFICOS Y ANALISIS).....	43
CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFIA .....	51



**Lista de Tablas**

Tabla 1. *Valores recomendados del IMC para hombres y mujeres*..... 11

Tabla 2. *Clasificación del peso desde IMC*..... 11

Tabla 3. *Sumatoria de pliegues y su correspondiente porcentaje de grasa según fórmula diseñada por Durnin y Womersley*..... 14

Tabla 4. *Valores del % grasa corporal*..... 16

Tabla 5. *Variables en protocolos HIT*..... 20

Tabla 6. *Estudios referentes HIAIT analizados*..... 22

Tabla 7. *Cronograma de medición de las variaciones antropométricas*..... 29

Tabla 8. *Estructura de las sesiones de entrenamiento*..... 33

Tabla 9. *Talla y peso inicial de la evaluada*..... 34

Tabla 10. *Formulación en busca del IMC inicial*..... 34

Tabla 11. *Referencia inicial de Índice Cintura – Cadera*..... 35

Tabla 12. *Toma base de circunferencias generales*..... 35

Tabla 13. *Escala de Clasificación para el Porcentaje de Grasa*..... 36

Tabla 14. *Toma inicial de pliegues*..... 37

Tabla 15. *Resultados periódicos de tomas de Peso y Talla*..... 37

Tabla 16. *Valor inicial de IMC*..... 38

Tabla 17. *Primer toma programada de IMC*..... 38

Tabla 18. *Segunda toma programada de IMC*..... 38

Tabla 19. *Tercera toma programada de IMC*..... 38

Tabla 20. *Cuarta toma programada de IMC*..... 39



Tabla 21. <i>Quinta toma programada de IMC</i> .....	39
Tabla 22. <i>Sexta toma programada de IMC</i> .....	39
Tabla 23. <i>Registro Base del Índice Cintura – Cadera</i> .....	39
Tabla 24. <i>Primera toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	40
Tabla 25. <i>Segunda toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	40
Tabla 26. <i>Tercera toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	40
Tabla 27. <i>Cuarta toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	40
Tabla 28. <i>Quinta toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	41
Tabla 29. <i>Sexta toma programada de Índice Cintura – Cadera</i> .....	41
Tabla 30. <i>Resultados de tomas periódicas de circunferencias</i> .....	42
Tabla 31. <i>Resultados de tomas periódicas de Pliegues Cutáneos</i> .....	43



**Lista de figuras**

*Figura 1. Posición anatómica y dirección para la medición de pliegues cutáneos. Puntos de medición de pliegues. Copyright 2014 por Gonzalo Torres. Reimpreso con permiso.....12*

*Figura 2 .Caliper para pliegues cutáneos..... 13*

*Figura 3. Tiempo extendido de quema de grasa post entrenamiento. HIIT vs aerobic training. Copyright 2013 por Fitness Revolucionario. Reimpreso con permiso..... 19*

*Figura 4. Variantes en actividades Intensivas y extensivas en relación de tiempo, esfuerzo y FC. Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión. Copyright 2013 por G-SE. Reimpreso con permiso.....21*

*Figura 5. Proyección del descenso de peso demostrado desde su control periódico..... 43*

*Figura 6. Proyección del descenso de los valores de IMC, demostrado desde su control periódico.....44*

*Figura 7. Variaciones en obesidad abdominal desde la toma periódica del ICC.....45*

*Figura 8. Proyección del descenso de medidas antropométricas generales demostrado desde su control periódico.....46*

*Figura 9. Proyección del descenso en valores de Pliegues cutáneos demostrado desde su control periódico.....47*

*Figura 10. Proyección del descenso de porcentajes de grasa, demostrado desde el control periódico de la toma y formulación de pliegues.....47*



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Valorar por métodos antropométricos la composición y variación corporal de una mujer sedentaria, antes, durante y después de la aplicación de un proceso planificado de entrenamiento funcional progresivo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un programa progresivo de adaptación básica para el entrenamiento funcional.
- Evaluar la composición y variación corporal de una mujer sedentaria antes, durante y después de la aplicación de un programa específico de entrenamiento funcional.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la actividad física ha dado un nuevo giro favorable, después de que el ejercicio era visto solo con ojos de alto rendimiento, ahora se ha masificado en las grandes capitales, como un medio eficaz para combatir el sedentarismo, evadir problemas de sobrepeso y en muchos casos con fines estéticos.

Todos conocemos las consecuencias que el sedentarismo acarrea, entendemos que nunca es tarde para hacer algo por nosotros mismos, pero si es demasiado tarde cuando ya no hay remedio y queremos negarnos a vernos obesos y enfermos. Cada día aumenta el porcentaje de personas que enfrentan problemas referentes a patologías asociados a una mala nutrición y a un marcado sedentarismo. La culpa siempre es otorgada a una mala información o simplemente a un descuido prolongado que genera un conformismo y una aceptación por un mal estilo de vida.

Actualmente, el número de lugares y programas habilitados para la actividad física y el acondicionamiento físico van en crecimiento. La llegada de diferentes redes sociales en la web han establecido un excelente punto de partida para la masificación de nuevos productos que prometen cambios en poco tiempo y empresas de fitness que implementan diferentes estrategias de entrenamiento para que las personas puedan motivarse a iniciar programas de actividad física tanto indoor como al aire libre. Esto ha generado una ola impresionante que ha arrastrado día a día a muchas más personas, aproximándola al gusto por el cuidado personal y a la exploración de mil alternativas que el mercado ofrece. A partir de allí es donde inicia nuestro proyecto, apoyándonos en nuestra empresa dedicada al entrenamiento personalizado al aire libre (Xteam Healthy Training), en donde procedemos en base a protocolos de entrenamiento de alta intensidad (ver marco teórico) y se vinculan técnicas de entrenamiento funcional, CrossFit, Trx y Core, lo cual nos permite como evaluadores, mantener la motivación y constancia de nuestra evaluada, en donde podrá explorar nuevas formas de entrenamiento en movimiento y resultados visibles enmarcados en objetivos periódicos.

Para el inicio de nuestro proceso contamos con la colaboración de una mujer de 27 años de edad, de características endomorfas, sedentaria y sin ningún esquema nutricional organizado.

El inicio del programa se da desde la primera toma de medidas antropométricas, las cuales marcan el objetivo de este proceso y a donde estaremos apuntando durante todos los seguimientos y avances periódicos, evaluando sus cambios corporales, analizando la aceleración de sus progresos y manejando un control estricto en sus hábitos nutricionales.

Este trabajo revelará con detalle, a partir de una objetiva planificación y evaluación, el día a día de nuestra intervención y los objetivos conseguidos durante todo el proceso.





## MARCO TEÓRICO

### ANTROPOMETRÍA:

Según el Servicio de Calidad, Seguridad Alimentaria y Nutrición (CASAN) de la Universidad de Murcia (2013), la antropometría se define como la ciencia que estudia las medidas del hombre y esta se verá complementada por el cálculo de las necesidades energéticas diarias que dependen de una serie de factores como la edad y el sexo.

Debemos tener en cuenta que los cambios o mantenimiento de las diferentes medidas corporales está condicionado al tipo de actividad que realiza la persona, sujeto también a aspectos nutricionales que conectan directamente con el gasto versus consumo calórico. A continuación se mencionan las diferencias de los tipos de actividad que se pueden realizar y esclarecen la intencionalidad de la misma.

De igual manera y según CASAN (2013) podemos estandarizar las actividades de dos maneras: En primer lugar de acuerdo a su acción, desde las sedentarias, que son actividades que se realizan comúnmente sentados (como trabajos de oficina, lectura, estudiar, etc), pasando por las actividades de perfil activo, que se hacen de pie la mayor parte de la jornada (generan un mayor gasto energético) y finalizando con las actividades intensas, que son aquellas que requieren de un mayor esfuerzo físico y que comúnmente son vistas en profesiones o tareas de mayor complejidad en su ejecución.

En segundo lugar podemos establecer diferencias entre la misma realización de actividad deportiva, lo cual nos brinda un panorama más claro de los grados de exigencia de la misma. Entre ellas tenemos la actividad deportiva ligera, que es la realizada como pasatiempo en espacios tranquilos como son la pesca, los juegos de mesa, el golf, etc. La actividad deportiva moderada coincide con las actividades "Fittnes", presentadas comúnmente en el gimnasio, paseos de campo, el baile, o practicas amateur de deportes de competición. Y por último la actividad deportiva intensa, en donde se practican deportes de mayor exigencia o en donde su accionar se ve condicionado por intensidades elevadas. Por ejemplo, ejercicio intenso y deportes como natación, squash, ciclismo, bicicleta montaña, escalada, rugby, etc.

### EXPLORACIÓN FÍSICA Y MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS<sup>1</sup>

La exploración física y la toma de medidas antropométricas establecen en proporción los componentes corporales, relacionando la grasa, musculo y agua. A partir de su conocimiento

---

<sup>1</sup> Instituto Médico Láser (s.f) Valoración del Estado Nutricional Exploración Física y Medidas Antropométricas. España: Instituto Médico Láser <http://www.infonutricion.com/estado-nutricional-exploracion-fisica-medidas-antropometricas.html>.



establecemos los cambios producidos en el tiempo en la toma periódica de valores tales como el peso, talla y fuerza muscular.

Son aquellas medidas básicas e indispensables para la valoración de cada individuo en su composición corporal y utilizadas en la aplicación de fórmulas que revelan el estado nutricional del mismo.



## a) Peso y Talla

Es importante tener en cuenta que el peso se debe tomar con el sujeto sin ropa y con una báscula ajustada para que su resultado sea el más objetivo posible. La talla se debe realizar con el individuo erguido, sin zapatos y en una superficie plana.

El índice de masa corporal (IMC) es la medida elegida comúnmente por su fácil implementación y su eficacia en la correlación con la proporción de grasa del individuo.

Es de rápida obtención al dividir el peso entre la altura, siendo el peso calculado en kilogramos y la altura en metros al cuadrado.

## b) Índice de Masa Corporal (IMC)

El índice de masa corporal (IMC) es la medida elegida comúnmente por su fácil implementación y su eficacia en la correlación con la proporción de grasa del individuo.

Es de rápida obtención al dividir el peso entre la altura, siendo el peso calculado en kilogramos y la altura en metros al cuadrado.



$$\text{Índice de Masa Corporal (IMC)} = \frac{\text{Peso}}{\text{Altura}^2} \quad (\text{en Kg/m}^2)$$

Se han establecido valores tanto para hombres como para mujeres relacionando su edad. Expuesto a continuación.

Tabla 1.  
*Valores recomendados del IMC para hombres y mujeres*

Grupos de edad (Años)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	
	Mujeres	Hombres
19-24	19-24	19-24
25-34	20-25	20-25
35-44	21-26	20-25
45-54	22-27	20-25

Se relacionan los valores recomendados teniendo en cuenta las variables en edad y sexo.

El cálculo del Índice de Masa corporal ha sido consolidado como la medida básica en la evaluación inicial del sobrepeso por las diferentes sociedades especialistas en obesidad. Y según el consenso Español de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) (1996) se puede clasificar el peso mediante el IMC bajo la siguiente distribución:

Tabla 2.  
*Clasificación del peso desde IMC*

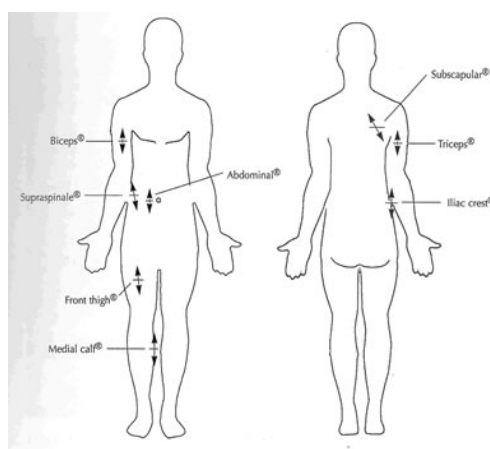
	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
Peso Insuficiente	≤ 18.5
Peso Normal	18.5 - 24.9
<b>Sobrepeso</b>	
Grado I	25 - 26.9
Grado II	27 - 29.9
<b>Obesidad</b>	
Obesidad I	30 - 34.9
Obesidad II	35 - 39.9



	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
Obesidad (Morbida) III	40 - 49.9
Obesidad (Extrema) IV	> 50

*Nota.* Recuperado de Valoración del Estado Nutricional. Exploración Física y Medidas Antropométricas. Copyright 2016 por Instituto Médico Láser, S. L. Reimpreso con permiso.

### c) Medición de Pliegues Cutáneos



*Figura 1.* Posición anatómica y dirección para la medición de pliegues cutáneos. Puntos de medición de pliegues. Copyright 2014 por Gonzalo Torres. Reimpreso con permiso.

Las mediciones toman como punto de referencia lugares del cuerpo que deben ser seleccionados previamente con el objetivo de que nos permita recolectar la mayor cantidad de información posible para una futura evaluación. Además, el conocimiento de estos nos permite localizar aquellos lugares en donde el componente tanto graso como muscular presenta mayor predominancia.

Es de gran utilidad conocer, en un análisis antropométrico, el componente graso subcutáneo ya que representa aproximadamente un 50% de la grasa total del organismo, lo que en definitiva, luego de una correcta medición nos arrojaría con mayor precisión el grado de adiposidad total del evaluado.

En su mayoría, estos puntos de referencia se ubican con facilidad en protuberancias, apófisis óseas o bordes, al palparlos a través de la piel y el tejido subcutáneo. El conocimiento de la estructura ósea pasa a jugar un valioso papel al identificar estos puntos de medida. El entrenamiento en la medición de del grosor de pliegues debe ser continua para evitar errores de precisión en su ejecución.



Para realizar la medición de pliegues es muy común el uso de un lipocalibrador o Caliper, y sus resultados son obtenidos en milímetros. Los pliegues más comunes y que en este caso van a ser tenidos en cuenta para su medición son: el pliegue tricipital (en el punto medio entre el olecranon y el acromion), el pliegue bicipital (en la cara anterior del brazo a la misma altura que la medición del pliegue tricipital) del brazo no dominante, el pliegue subescapular (un centímetro bajo el ángulo inferior de la escápula, con los brazos del paciente relajados) y el pliegue suprailíaco (dos centímetros por encima de la cresta iliaca izquierda, en la línea media). Es recomendable que se realicen 3 tres tomas o mediciones buscando el menor porcentaje de error, haciendo una media aritmética dejando como definitivo el resultado obtenido para cada pliegue.



*Figura 2 .Caliper para pliegues cutáneos*

El Instituto Médico Láser (s.f) señala:

Existen varias ecuaciones que, utilizando las mediciones de los pliegues subcutáneos del individuo, son capaces de obtener una predicción precisa del porcentaje de grasa corporal total. También se puede utilizar el valor de uno o varios de los pliegues para ser comparados con tablas de referencia según la edad y el sexo del individuo; se consideraría obesidad cuando la medición es superior al percentil 90, y por debajo del percentil 5 como desnutrido. (parraf. 22)

Protocolos de medición podemos encontrar en la web y en bibliografías asociadas a la evaluación de la composición corporal, pero es importante elegir aquella que nos brinde eficacia y objetividad en los resultados; para esto y con el objetivo de economizar tiempo y por utilidad se ha hecho común de tablas estandarizadas y formuladas que nos facilitan la tarea de asimilación y procesamiento de datos, a continuación podemos encontrar un ejemplo, en las cuales con sólo sumar el resultado obtenido en cada medición de pliegues, estipulados por la



fórmula que se desee aplicar, se puede obtener en forma automática el porcentaje de grasa sin tener que hacer intrincados cálculos.

Una de las formulas comúnmente utilizadas y que mejores resultados ha reflejado en la medición del porcentaje de grasa, para personas adultas no deportistas, corresponde a la establecida por Sumatoria de pliegues (20-29 años  $Dc = 1,1599 - 0,0717 * \log_{10} (PI\ Tri + PI\ Bic + PI\ Sub + PI\ Ileoc)$  ) y su correspondiente porcentaje de grasa según formula diseñada por **Durnin y Womersley**<sup>2</sup>, fórmula que por su simplicidad le permite al evaluador con muy pocos recursos, establecer resultados fehacientes.

La SEEDO (1996) recomienda la utilización de los pliegues cutáneos y la ecuación de Siri para la valoración del porcentaje de grasa corporal<sup>3</sup>, dando por válidas tanto la forma global como la forma específica de calcular la densidad corporal con la ecuación de Durnin-Womersley.

---

<sup>2</sup> Ver Durnin, J. y Womersley, J., (12 de junio de 1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. British Journal of Nutrition, 32, 77-97.

<sup>3</sup> Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), (1996). Consenso español 1995 para la evaluación de la obesidad y para la realización de estudios epidemiológicos. Med. Clin. (Barc) 107, 782-787.



Tabla 3.

*Sumatoria de pliegues y su correspondiente porcentaje de grasa según fórmula diseñada por Durnin y Womersley*

Suma de pliegues cutáneos (mm)	Hombres (edad en años)				Mujeres (edad en años)			
	17-29	30-39	40-49	>49	16-29	30-39	40-49	>49
15	4.8	--	--	--	10.5	--	--	--
20	8.1	12.2	12.2	12.6	14.1	17	19.8	21.4
25	10.5	14.2	15	15.6	16.8	19.4	22.2	24
30	12.9	16.2	17.7	18.6	19.5	21.8	24.5	26.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8	21.5	23.7	26.4	28.5
40	16.4	19.2	21.4	22.9	23.4	25.5	28.2	30.3
45	17.7	20.4	23	24.7	25	26.9	29.6	31.9
50	19	21.5	24.6	26.5	26.5	28.2	31	33.4
55	20.1	22.5	25.9	27.9	27.8	29.4	32.1	34.6
60	21.2	23.5	27.1	29.2	29.1	30.6	33.2	35.7
65	22.2	24.3	28.2	30.4	30.2	31.6	34.1	36.7
70	23.1	25.1	29.3	31.6	31.2	32.5	35	37.7
75	24	25.9	30.3	32.7	32.2	33.4	35.9	38.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8	33.1	34.3	36.7	39.4
85	25.5	27.2	32.1	34.8	34	35.1	37.5	40.4
90	26.2	27.8	33	35.8	34.8	35.8	38.3	41.2
95	26.9	28.4	33.7	36.6	35.6	36.5	39	41.9
100	27.6	29	34.4	37.4	36.4	37.2	39.7	42.6
105	28.2	29.6	35.1	38.2	37.1	37.9	40.4	43.3
110	28.8	30.1	35.8	39	37.8	38.6	41.	43.9
115	29.4	30.6	36.4	39.7	38.4	39.1	41.5	44.5
120	30	31.1	37	40.4	39	39.6	42	45.1
125	30.5	31.5	37.6	41.1	39.6	40.1	42.5	45.7
130	31	31.9	38.2	41.8	40.2	40.6	43	46.2
135	31.5	32.3	38.7	42.4	40.8	41.1	43.5	46.7
140	32	32.7	39.2	43	41.3	41.6	44	47.2
145	32.5	33.1	39.7	43.6	41.8	42.1	44.5	47.7
150	32.9	33.5	40.2	44.1	42.3	42.6	45	48.2
155	33.3	33.9	40.7	44.6	42.8	43.1	45.4	48.7
160	33.7	34.4	41.2	45.1	43.3	43.6	45.8	49.2
165	34.1	34.6	41.6	45.6	43.7	44	46.2	49.6
170	34.5	34.8	42	46.1	44.1	44.4	46.6	50
175	34.9	--	--	--	--	44.8	47	50.4
180	35.3	--	--	--	--	45.2	47.4	50.8
185	35.6	--	--	--	--	45.6	47.8	51.2
190	35.9	--	--	--	--	45.9	48.2	51.6
195	--	--	--	--	--	46.2	48.5	52
200	--	--	--	--	--	46.5	48.8	52.4
205	--	--	--	--	--	--	49.1	52.7
210	--	--	--	--	--	--	49..4	53

Nota. Recuperado de Revisión Analítica Sobre la Utilización de los Pliegues Cutáneos en la Cineantropometría. Las Formulas Bi-Compartimentales de División Corporal Basadas en la Medida del Panículo Adiposo. Copyright 2000 por Paulo Sáez Madain. Reimpreso con permiso.



Tabla 4.

*Valores del % grasa corporal*

Rango de edad mujeres	Demasiado bajo	Niveles recomendados	Sobrepeso	Obeso
20 - 30 años	Menos de un 21%	21% - 33%	33% - 39%	Más de 39%
31 - 40 años	Menos de un 21%	21% - 33%	33% - 39%	Más de 39%
41 - 50 años	Menos de un 23%	23% - 35%	35% - 40%	Más de 40%

Estandarización de valores (% de grasa) establecidos desde el rango de edad para mujeres

- Mayores en mujeres que en hombres, por la existencia de grasa necesaria para la zona de pecho y caderas.
- En personas de mayor edad, existe una mayor tendencia a aumentar.

### c) Parámetros Indicativos de la Distribución de la Grasa Corporal

El Instituto Médico Láser (s.f) afirma:

En los últimos años se ha reconocido la importancia que tiene la estimación de la distribución de la grasa total en los diferentes compartimentos corporales (tejido subcutáneo, grasa visceral o intra-abdominal) como método más fiable para establecer los riesgos relacionados con la presencia de obesidad. Así, es la grasa visceral (o intra-abdominal) la que metabólicamente resulta más peligrosa para la salud.

A partir de la década de los 80, se han sugerido diversos indicadores de obesidad visceral como el índice cintura / cadera (ICC), la circunferencia de la cintura (CC), el índice cintura / muslo (ICM), el índice cintura / talla (ICT) y el diámetro abdominal sagital (DS). (parrf. 26-27)

#### Índice cintura / cadera (ICC)

Uno de los parámetros para la evaluación de composición grasa abdominal es el ICC y comúnmente utilizados por su buena correlación con la cantidad de grasa visceral, además de su fácil obtención gracias calculo simple. Para tal resultado se divide el perímetro tomado de la cintura (en cms) entre el perímetro de la cadera (en cms).





$$\text{Índice Cintura / Cadera (ICC)} = \frac{\text{Perímetro cintura (cm)}}{\text{Perímetro cadera (cm)}}$$

Para su obtención es necesario el uso de una cinta métrica con valores milimétricos y de fácil manipulación. El evaluado deberá asumir una posición anatómica erguida y de pie, los brazos ubicados al costado del cuerpo y piernas separadas a la altura de los hombros. El perímetro de la cintura es la circunferencia mínima entre el reborde costal y la cresta iliaca; el perímetro de la cadera es la circunferencia máxima entre la cintura y los muslos.

El Instituto Médico Láser (s.f) señala que se ha establecido como factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades asociadas a la obesidad cuando el Icn/Cd resulta mayor de 0.9 en mujeres y mayor de 1.0 en varones.

### Circunferencia de la cintura (CC)

Cada vez hay más evidencias que demuestran que la determinación aislada del perímetro de la cintura (en cm) tiene un valor similar al ICC. Ésta medición es más sencilla y se correlaciona muy bien con los índices antes mencionados y la grasa corporal total. Los valores de referencia varían según la raza y población.

Se considera factor de riesgo cuando es mayor de 82 cm en mujeres y más de 95 cm. en varones (siendo el riesgo muy elevado en mujeres y varones cuando es mayor de 90 cm y 102 cm respectivamente).

### Circunferencia de miembros

Respecto a la circunferencia de miembros, Acosta y Hernández (2012) afirman:

Ocasionalmente, se usan las circunferencias de los miembros como indicadores de la muscularidad relativa. Sin embargo, nótese que una circunferencia incluye al hueso, rodeado por una masa de tejido muscular, la cual está recubierta por una capa de grasa subcutánea. Por lo tanto, no provee una media del tejido muscular "Per se". Sin embargo, a raíz de que el musculo es el tejido principal que comprende las circunferencias (excepto, tal vez en los obesos), las circunferencias de los miembros son usadas para indicar el desarrollo muscular relativo. La circunferencias se miden con una cinta de 0,5 cm de ancho, flexible no extensible. La cinta se aplica en el sitio apropiado, haciendo contacto con la piel pero sin comprimir el tejido subyacente. Las dos mediciones de miembros más usadas son la circunferencia de los brazos y de las pantorrillas. (p. 3)



## BASE FISIOLÓGICA ADOPTADA PARA EL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO

### Entrenamientos por Intervalos

Uno de los principales protocolos que tenemos en cuenta en nuestro contenido, es precisamente el que refiere al entrenamiento de alta intensidad. No dejamos de lado la importancia que ha ganado en los diferentes sistemas de entrenamiento intercalados y su masificación ganada durante los últimos años en gimnasios en donde el Crossfit y Tabata han conseguido un gran espacio.

Ahora bien, Pablo Añon (2013) expresa que pese a llamarlo entrenamiento metabólico, de circuitos, o de intervalos de alta intensidad (HIIT), el concepto sigue siendo el mismo, pues combinan períodos cortos de alta intensidad (y por tanto anaeróbicos) con descansos breves de recuperación.

Son numerosos los estudios que a la fecha nos pueden sustentar los beneficios a la hora de mejorar no sólo la resistencia cardiovascular, sino también la quema de grasa. Dentro de los estudios más conocidos es el liderado por el Doctor Izumi Tabata<sup>4</sup>, que en 1996 comparó los resultados de un entrenamiento tradicional aeróbico (una hora de ejercicio a media intensidad, 70%) con uno basado en intervalos de alta intensidad (4 minutos alternando períodos de intensidad máxima de 20 segundos con descansos de 10 segundos), 5 días a la semana, durante 6 semanas. Los miembros del Grupo 1 (aeróbico) mejoraron su capacidad aeróbica, pero no su capacidad anaeróbica (musculatura). Sin embargo, los del Grupo 2 (HIIT), **mejoraron su capacidad anaeróbica un 28%, y su capacidad aeróbica mejoró incluso más que la del primer grupo**. Este estudio, replicado muchas veces con diferentes variantes, popularizó el método Tabata, y probablemente sea el más reconocido, pero no hay nada mágico en estos ratios concretos.

Otro estudio más reciente compara el efecto de un entrenamiento aeróbico tradicional y un entrenamiento HIIT en la reducción de grasa subcutánea. Los sujetos con entrenamiento aeróbico perdieron de media 4.5mm, mientras que los que realizaron HIIT perdieron 13.9mm, casi el triple, a pesar de consumir la mitad de energía durante el entrenamiento.

Tras el estrés del ejercicio, el organismo debe regresar a su punto de equilibrio, u homeostasis. Este proceso incluye la recarga de las reservas de energía (principalmente fosfocreatina y glucógeno), la regulación hormonal, la oxidación del ácido láctico, la disminución de la temperatura corporal y la propia adaptación al ejercicio realizado.

---

<sup>4</sup> Ver Añon, P. (10 de agosto de 2013). Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión [Mensaje en un blog]. G-SE. Recuperado de <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-hiit-y-su-efectividad-para-la-mejora-de-la-composicion-corporal-claridad-frente-a-la-confusion>



El organismo realiza todo este proceso activando el sistema aeróbico, que empieza a consumir la energía de la grasa para llevar a cabo todas las actividades de recuperación. Este efecto se conoce como EPOC (Excess Post-exercise Oxygen Consumption).

De acuerdo a Schuenke (2002) “durante el estado de reposo, el cuerpo responde a un aumento de la demanda de energía, el volumen sistólico y la ventilación pulmonar, bajo una memoria consecuente a la exigencia” (p. 415).

Cualquier tipo de ejercicio genera un EPOC posterior, pero hoy sabemos que los entrenamientos HIIT son la mejor forma de maximizar este efecto, que puede durar más de 36 horas tras el entreno. Es la intensidad la variable principal que determina el volumen del EPOC posterior.



Figura 3. Tiempo extendido de quema de grasa post-entrenamiento. HIIT vs aerobic training. Copyright 2013 por Fitness Revolucionario. Reimpreso con permiso.

Es decir, hasta 36-40h después de una actividad intensa y relativamente corta puedes estar haciendo trabajar tu sistema aeróbico, quemando principalmente grasa.

Podemos ver cambios considerables en la composición corporal con la influencia de protocolos implementados y que desarrollan trabajos con intervalos de trabajo entre 3 a 5 minutos y con una intensidad aproximada entre los 85 y 95 % de la Fc Max.

Pablo Añon (2013) considera:

Los resultados sobre la composición corporal se podrían ver influenciados con los protocolos que utilizan intervalos de trabajo entre 3 a 5 minutos, con una intensidad entre el 85 al 95% de la Fc max, no obstante, y según Añon Pablo 2013, la evidencia directa sobre la composición corporal debería ser sujeta de más estudios. Muchos de los investigadores que adoptan el HIT para sus trabajos utilizan este tipo de protocolos, siendo, hasta la actualidad uno de los formatos de HIT más estudiados. (parr. 20)



Anteriormente describimos y analizamos diferentes aspectos de los entrenamientos de alta intensidad en relación al gasto energético, a mejoras metabólicas y cardiometabólicas, como así también estamos tratando el entrenamiento intermitente (en relación a la pérdida de grasa corporal con el análisis de diferentes estudios). Continuamos descifrando aquellas estrategias o herramientas que al concatenarlas nos permita reconocer el tipo de protocolo adecuado para la aplicación del contenido metodológico y procedimental en el estudio de caso.

Ahora, teniendo en cuenta las diferentes estrategias de HIT o HIIT vinculadas al descenso del tejido adiposo y a las mejoras en la composición corporal, continuaremos revisando la literatura científica ya que nos resulta importante conocer cada detalle, esto en definitiva seguirá sustentando nuestro quehacer en la parte práctica posterior a la revisión. Lo anterior a partir de la búsqueda en diferentes bases de datos de palabras clave como: high intensity interval training, high intensity intermittent training, high intensity training, relacionado con composición corporal, descenso de tejido adiposo, metabolismo lipídico, metabolismo, y solo seleccionamos aquellos estudios que presentan datos sobre efectos agudos y crónicos frente a las variables dependientes, mencionadas anteriormente, en diferentes poblaciones.

Existe un gran cuerpo de evidencia sobre estos métodos de entrenamiento, no obstante, las diferentes nomenclaturas con que se denominan indistintamente los métodos y la gran variedad de protocolos, las poblaciones estudiadas y los medios empleados, generan una cierta complejidad a la hora de interpretar los resultados para su utilización en el campo de la práctica.

La bibliografía anglosajona nos presenta diferentes protocolos y definiciones sobre el HIT. Así pues, podemos encontrar denominaciones tales como HIIT (high intensity intermittent training), HIT (high intensity training), HIIT (high intensity interval training), HIE (high intensity exercise), sprint interval training, HIT de intervalos cortos, HIT de intervalos largos refiriéndose a protocolos con muchas variables que intervienen para la confección de los mismos, entre las cuales podemos mencionar:

Tabla 5.

*Variables en protocolos HIT*

Modalidad del Estimulo	Tipo de Pausa	Número de Repeticiones
Duración del Estimulo	Actividad en la Pausa	Pausa entre Repeticiones
Intensidad el Estimulo	Número de Series	Duración del Programa
Duración de la Pausa	Duración de las Series	

Nota. Recuperado de Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión. Copyright 2013 por G-SE. Reimpreso con permiso.



Nosotros, para hacer más comprensiva la lectura, clasificaremos al HIT como se demuestra en la gráfica.

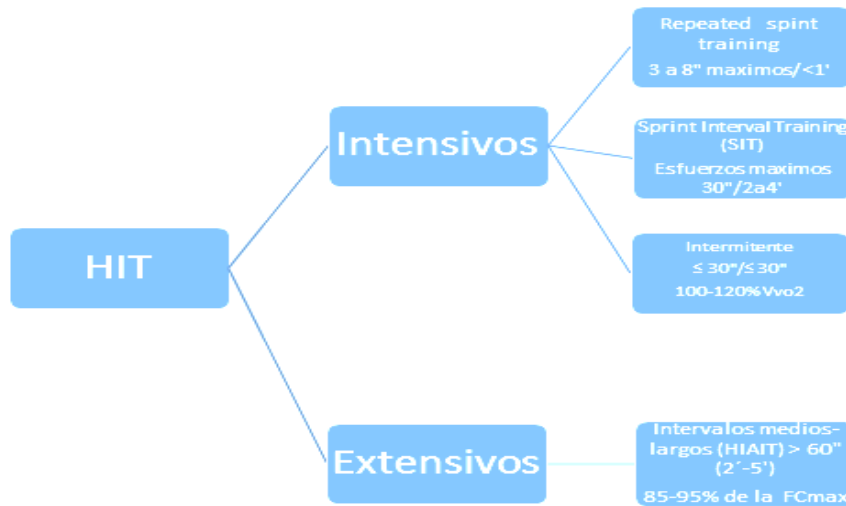


Figura 4. Variantes en actividades Intensivas y extensivas en relación de tiempo, esfuerzo y FC. Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión. Copyright 2013 por G-SE. Reimpreso con permiso.

Sobre esta nomenclatura de HIT, solo vamos a tratar los dos modelos más estudiados, respecto de esta problemática, que son el SIT (Sprint Interval Training, basado en Wingate) y el HIT de intervalos medios/largos conocido como HIAIT o AIT (high intensity aerobic interval training). El entrenamiento por Sprints Repetidos no posee referencias sobre las adaptaciones agudas y crónicas en relación al descenso de tejido adiposo.

### **Entrenamiento intervalado de alta intensidad basado en intervalos de 1 a 4 minutos (HIAIT)**

A diferencia del protocolo de alta intensidad basado en wingate, la gran mayoría de las publicaciones utilizan protocolos de menor intensidad y mayor duración. Los denominados Aerobic High Interval Training. Estos protocolos oscilan con intervalos que se encuentran entre un minuto hasta los 4-5 minutos, con una intensidad entre el 85-95% de la Fc máxima o pico (tabla 6).



Tabla 6.  
Estudios referentes HIAIT analizados

Referencia	Muestra	Protocolo	Duración de la Intervención	Cambios inducidos por el ejercicio
<b>Protocolo HIAIT 1 a 2 minutos</b>				
<a href="#">Astorino T y cols, 2013</a>	Mujeres sedentarias. Edad: 18-39; talla: 147-175; peso: 51-94; BMI: 17-33; Vo2: 19-36; % grasa: 11-35 HIT: n 11, Moderado: n 12, Control: 7.	HIT: 6-10 x 1'R: 1' 15" (activa 40W), I: 80-90% Wpico. Mod: 6-10 x 1'R: 1' (activa 40W), I: 60-80% Wpico. (Cicloergometro)	3x semana x 12 semanas	No se encontraron cambios en la composición corporal. No obstante se mejoró la zona de máxima oxidación de las grasas, con ambos protocolos.
<a href="#">Gillen J y cols, 2013</a>	16 mujeres obesas/sobrepeso, sedentarias	HIT con alimentación (Fast) vs HIT (Fed) ayunas. 10x1'/R: 1' (activa 50W), I: 90% fc max (Cicloergometro)	3x semana x 6 semanas	↓ % grasa en región abdominal y en piernas y 2% total, ↑ masa libre de grasa, ↑ Citrato sintético 22%; ↑ β-HAD (Fed: 10%, Fast: 19%); ↑ Glut 4 (Fed: 42%, Fast: 61%)
Jacobs R y cols, 2013.	16 hombres desentrenados. 27 años; Peso: 77kg; Vo2 43 ml.kg.min; grasa corporal: 20.5%	10 a 12 x 1'. I: 250w. R: 1' 15" activa a 30W.	6 sesiones de HIT en dos semanas	↓ grasa corporal 2.4%.
<a href="#">Ciolac E y cols, 2010</a>	44 mujeres sanas, entre 20-30 años,	HIT (n 16): 13 x 1' I: 80-90% . VO2max, R: 2' CME (n 16): 40 min continuos I: 60-70% VO2max (Cinta rodante)	3x semana x 16 semanas.	Sin cambios en la composición corporal. ↑ Vo2: HIT 15.8%, CME: 8%
<a href="#">McKay B y cols, 2009</a>	Hombres, sanos y activos recreacionalmente. 25 años, peso corporal 83, Vo2: 3.68 l/min HIT: n 6, ET: n 6	HIT: 8-12x ( 1' x 1' ) I: 120% Vo2(390w) ET: 90-120min 65% del Vo2 (175w) (Cicloergometro)	8 sesiones en 19 días. Sesiones separadas por 1-2 días de recuperación	Δ Vo2 relativo 4.5%; ↓ peso corporal 2.5%; Δ Wal LT 18.5%
Wallman K y cols, 2009	18 mujeres y 8 hombres obesos. Edad: 42; peso: 90kg; BMI: 30kg/m2. HIT: n8; Continuo: n8; dieta: n8	HIT: 10x 1' / r: 2' (activa 30% Vo2 pico) I: 90% Vo2 pico Continuo: 30' I: 50% Vo2 pico (Cicloergometro)	4x semana x 8 semanas	↓ Grasa androide HIT 7.9%, CON 3.1% y dieta 2.7% Soportado por un moderado efecto de la talla de 0.7. No cambios en el peso corporal.
<a href="#">Nybo L y cols, 2010</a>	36 hombres sedentarios. Edad: 31 años, peso: 86-96kg, % grasa: 22-24. HIT: n8, Continuo: n 9, Fuerza: n8, Control: n11.	HIT: 5 x 2' / 2' I: 95% fc max. Continuo: 1h I: 80% fc max (65% del Vo2). (Cinta rodante) Fuerza: 3-4 series de 12-15RM (4 semanas) a 6-10RM (8 semanas)	3x semana x 12 semanas.	No encontraron cambios significativos en la composición corporal. Δ Vo2 max 14%. (el entrenamiento continuo disminuyó 1,7% el % de grasa corporal).
Moreira y cols, 2008	22 sujetos sedentarios; Edad: 40 años. (hombres, n = 8 y mujeres, n = 14)	HIT: 2' I: 20% más que el Uan. r: 1'. (20 a 60' (incremento de 10' cada semana) Continuo: I: (20 a 60' (incremento de 10' cada semana) 10% más bajo que Uan (cicloergometro)	3x semana x 12 semanas	Ambos grupos mejoraron significativamente los parámetros antropométricos de igual manera. HIT: ↓ perímetro cadera 11%.
<b>Protocolo HAIT 3 a 5 minutos</b>				
<a href="#">Sijie Y cols, 2012</a>	Mujeres, estudiantes. Edad: 20 años; Peso: 73.7; BMI: 27.7; % grasa: 40.6 HIT: n 17; Cont: n 16, control: n 19.	Grupo HIT: 5x3'/3' I: 85% Vo2 R: activa al 50% del Vo2. Grupo continuo: 40 min al 50% del vo2	5 x semana x 12 semanas	Ambos métodos tuvieron resultados similares. HIT: ↓ Peso corporal 8.4%; ↓ tejido adiposo 9.9%; ↓ BMI 5.3%; ↓ Índice cintura/cadera 4.8%; ↑ Vo2 8.4%; ↑ umbral ventilatorio 11.4%.
<a href="#">Leggate M, y cols, 2012</a>	12 Hombres con sobrepeso y obesos. Edad: 24; peso: 91kg; BMI: 29; circunferencia de cintura 96cm	HIT: 10 x 4' / r: 2' I: 85-90% del Vo2 pico (90% FC max).	3 x semana x 2 semanas	↓ circunferencia de cintura 2%; ↓ procesos inflamatorios en el tejido adiposo.
<a href="#">Talanian J y cols, 2010</a>	Mujeres sanas desentrenadas, con actividad física semanal muy livianas, (n:10). 22 años, peso: 65kg, Vo2: 2.82 l/min.	HIT: 10 x 4' / r: 2' al 90% del Vo2 pico. (Cicloergometro)	3x semanas x 6 semanas	Δ Vo2 pico 18%; Δ oxidación de las grasas en un 65%, Δ CPT1 hidroxil CoA deshidrogenasa Δ citrato sintético, Δ COXIV; Δ FAT/CD36 51%; Δ FABPm 48%.
<a href="#">Musa D y cols, 2009</a>	46 Hombres saludables estudiantes de educación física, entre 21-36 años de edad. HIT: 23 y control: 22	HIT: 4 x 800m (relación T/P: 1:1). I: 90% Fc max tédrica. (Pista atletismo)	3 x semana x 8 semanas	A pesar que el grupo HIT disminuyó un 15% su % de tejido adiposo, esa diferencia fue estadísticamente no significativa entre el estado pre-post.
<a href="#">Perry C y cols, 2008</a>	5 hombres y 3 mujeres activos recreacionalmente. 24 años, talla: 179, peso: 73kg.	HIT: 10 x 4' / r: 2' I: 90% del Vo2 pico. (Cicloergometro)	3x semana x 6 semanas	Δ Máxima actividad de la β-HAD 29%; Δ contenido proteico de la FAT/CD36 16%; Δ contenido proteico de la FABPm 30%; Δ máxima actividad de la citrato sintético 20%; Δ contenido proteico de la COX-IV 18%.
<a href="#">Tsecouras Y y cols, 2008.</a>	16 hombres recreacionalmente activos. Edad: 20-40; BMI: 20-30. HIT: n8, Control: n8	HIT: 4x4' I: 60% vo2pico x 4' I: 90% vo2pico (cinta rodante)	3 x semana x 8 semanas	Δ Vo2 pico 18%. NO se encontraron diferencias significativas en la composición corporal y el peso corporal. ↓ 28% la tasa de secreción de VLDL-TG en el hígado. HIT y CME Δ Vo2max 35% y 16%; ↓ peso corporal 2,5%-4%; ↓ BMI 2.3%-4%; ↓ cintura 5%-6%, respectivamente. CME ↓ cintura/cadera 4%. HIT ↑ PGC-1α 138%; ↑ sensibilidad a la insulina; ↑ HDL 25%
<a href="#">Tjonna A y cols, 2008</a>	32 pacientes (hombres y mujeres) con síndrome metabólico. Edad 52; BMI: 31; peso: 93kg. HIT: n 12, Continuo: n 10, control: n 10.	HIT: 10' @ 70% Fc max + 4x 4' I: 90% fcmx, r: activa 3' I: 70% fcmx. Continuo: 47' I: 70% fcmx. (cinta rodante)	3 x semana x 16 semanas	↓ Peso corporal HIT: 2%, CME: 3% ↓ BMI: HIT: 1.6%, CME: 3.0% ↓ % grasa corporal: HIT: 2.2%, CME: 2.5%.
<a href="#">Schjerve y cols, 2008</a>	27 adultos, Obesos. HIT: n 14, CME: n 13	HIT: 4 x4' / r: 3' I: 85-95% fc max. Continuo: 47' I: 60-70% fc max. (cinta rodante)	3 x semana x 12 semanas	↓ Peso corporal HIT: 2%, CME: 3% ↓ BMI: HIT: 1.6%, CME: 3.0% ↓ % grasa corporal: HIT: 2.2%, CME: 2.5%.
<a href="#">Talanian J y cols, 2007</a>	Mujeres activas recreacionales (n:8). 22 años, peso: 65kg, Vo2: 2.36 l/min.	HIT: 10 x 4' / r: 2' al 90% del Vo2 pico, (cicloergometro)	Dos semanas. Una sesión de ET de 60 minutos al 60% del Vo2 pico + 7 sesiones de HIT en 13 días + Una sesión de ET de 60 minutos al 60% del Vo2 pico	Δ Vo2 pico 13%; Δ oxidación de las grasas en un 36% luego del entrenamiento HIT durante el ET; Δ hidroxil CoA deshidrogenasa 32%; Δ citrato sintético 20%; ↓ glucogenólisis 12%



Nota. Recuperado de Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión. Copyright 2013 por G-SE. Reimpreso con permiso.

## Protocolos que utilizan intervalos de 3 a 5 minutos

Los resultados sobre la composición corporal se podrían ver influenciados con los protocolos que utilizan intervalos de trabajo entre 3 a 5 minutos, con una intensidad entre el 85 al 95% de la Fc max, no obstante ello la evidencia directa sobre la composición corporal debería ser sujeta de más estudios. Muchos de los investigadores que adoptan el HIT para sus trabajos utilizan este tipo de protocolos, siendo, hasta la actualidad uno de los formatos de HIT más estudiados.

Dentro de este tipo de diseño de entrenamientos se encuentra una sustancial diferencia en el volumen de los protocolos. Una serie de estudios utilizaron 10 x 4' con 2' de recuperación, con intensidades que oscilan entre el 80-90% del Vo2 pico o un 85-95% de la FC max. Entre ellos encontramos los trabajos de Leggate y cols (2012), reportando mejoras en la circunferencia de la cintura y una disminución de los procesos inflamatorios del tejido adiposo en hombre obesos y con sobrepeso. Sartor y cols (2010), también encontraron mejoras en la composición corporal en protocolo de HIT en cicloergometro, de 10 x 4 minutos al 90% del Vo2 con 2-3' de recuperación más una dieta reducida en hidratos de carbono comparado con un grupo de dieta solo. Ambos grupos disminuyeron significativamente el peso corporal (HIT+D:-1%; D: -2.2%), la masa grasa (HIT+D:-2.6%; D: -2.4%), el % de tejido adiposo en el tronco (HIT+D:-2.5%; D: -0.4%), sin embargo el grupo que realizó el HIT mejoró su masa libre de grasa (+2.1%), mientras que el de dieta solo, empeoró (-2.1%).

Por su parte en Perry y cols (2008), con hombres y mujeres recreacionalmente activos, reportaron mejoras en la actividad enzimática mitocondrial de la  $\beta$ -HAD (29%), del contenido proteico de la FAT/CD36 (16%) y de la FABPpm (30%), de la máxima actividad de la citrato sintetasa (20%), y del contenido proteico de la COX-IV (18%). Con el entrenamiento también se incrementó el contenido de las proteínas de transporte de glucosa (GLUT4), lípidos (FAT/CD36, FABPpm) y lactato (MCT1, MCT4). Estos resultados concuerdan con reportes de Talanian y cols (2007), que demostraron un 13% de incremento del Vo2 pico y de la oxidación de las grasas en un 36%, de la hidroxiacil CoA deshidrogenasa (32%), la citrato sintetasa (20%) y una disminución de la glucogenólisis (12%). Más adelante el mismo grupo de investigadores (Talanian y cols 2010), reportaron por primera vez la mejora del contenido de las proteínas transportadoras de ácidos grasos (FAT/CD36, FABPpm) en el músculo, en el sarcolema y en la mitocondria con esta modalidad de HIT (como se cita en Añon 2013).

En diseños de estudios de menor volumen en donde se realizan 4 x 4' a una intensidad de 85–95% fc max, con una recuperación de 3'- 4'. Se reportaron una disminución en el porcentaje de tejido adiposo (Musa y cols 2009) y disminución del peso corporal, del BMI y del perímetro de



cintura, como así también una mejora en la PGC-1 $\alpha$ , la sensibilidad a la insulina y del HDL (Tjonna y cols 2008, Schjerve y cols 2008) (como se cita en Añon 2013).

En contraposición a estos resultados, Dunham y Harmns (2012), Moholdt y cols (2009), Tsekouras y cols (2008), Rognmo y cols (2004), no reportaron cambios significativos en la composición corporal (como se cita en Añon 2013).

Realizado este recorrido por los diferentes protocolos y los estudios realizados previamente, podemos garantizar que podremos encontrar avances y cambios significativos a nivel corporal desde el conocimiento e implementación de intensidades adecuadas, acompañamientos nutricionales y la relación de los procesos de adaptación fisiológica.

## **ESTRATEGIAS DE ENTRENAMIENTO**

### **ENTRENAMIENTO FUNCIONAL**

Según Dieguez, J., y Papí, J. D. (2006) el entrenamiento funcional es aquel que persigue aumentar las posibilidades de actuación de la persona en el medio físico y social que lo rodea. Dichas posibilidades de actuación se relaciona con las funciones (respiratorias, cardiovasculares, musculares, articulares...) necesarias para la normal vida de relación de las personas.

En el plano del Fitness es un sistema de entrenamiento muy dinámico, ya que dado que la implementación son elásticos, pelotas medicinales, stability balls, TRXs, vallitas, conos y otros implementos livianos, hace que las clases sean muy variadas y diferentes unas de otras, lo que elimina el factor de rutina y aburrimiento en comparación a una típica rutina de gimnasio. Además dado que el entrenamiento funcional se basa en el movimiento total del cuerpo humano, quemamos mayor cantidad de calorías

Realizando una revisión bibliográfica encontramos con dificultad muy escasas referencias de trabajos realizados. Dentro de estos podemos destacar un programa de entrenamiento funcional utilizado por Thompson, C. J., Cobb, K. M., & Blackwell, J. (2007) en entornos de rehabilitación, el cual ha sido documentado con éxito y ha concluido que:

El concepto de entrenamiento funcional ha ganado popularidad en los ajustes de idoneidad aplicado para mejorar el rendimiento deportivo. Sin embargo, ha habido poca o ninguna investigación que estudia la eficacia de los programas de entrenamiento funcional en la mejora de su rendimiento deportivo o aptitud funcional” Por lo tanto, fue el objetivo de este estudio para determinar el efecto de un programa de entrenamiento funcional progresiva de la velocidad de la cabeza del palo y de la aptitud funcional en los golfistas mayores de sexo





masculino. En resumen, este programa de entrenamiento funcional resultó en mejoras significativas en la velocidad de la cabeza y varios componentes de la aptitud funcional. Las investigaciones futuras deberían seguir estudiando el efecto de los programas de entrenamiento funcional en el rendimiento deportivo y la aptitud funcional. (p. 133)

Con lo anterior, consideramos que dentro de nuestro plan de trabajo podemos incluir el entrenamiento funcional como base dentro del programa. Nos resulta muy útil esta estrategia, teniendo en cuenta el perfil sedentario de nuestra evaluada.

## **CROSSFIT**

El CrossFit es un esquema de ejercicios desarrollado por Greg Glassman (2007), quien fue la primera persona en la historia que definió la aptitud de una manera significativa y cuantificable: el aumento de la capacidad de trabajo a través de un amplio dominio del tiempo y modales. Luego creó un programa diseñado específicamente para mejorar la condición física y la salud.

Según Glassman (2007):

El CrossFit es un conjunto de movimientos funcionales realizados en intensidad relativamente alta. Todos los entrenamientos de CrossFit se basan en los movimientos funcionales, y estos movimientos reflejan los mejores aspectos de la gimnasia, levantamiento de pesas, correr, hacer remo y más. Estos son los movimientos básicos de la vida. Se mueven las cargas más grandes las distancias más largas, por lo que son ideales para maximizar la cantidad de trabajo realizado en el menor tiempo. La intensidad es esencial para obtener resultados y se puede medir como el trabajo dividido por el tiempo o la energía. Cuanto más trabajo que hace en menos tiempo, o cuanto mayor sea la potencia de salida, más intenso es el esfuerzo. Mediante el empleo de un enfoque constantemente variado a la formación, los movimientos funcionales y plomo intensidad para el dramático incremento en la aptitud". (parrf. 2)

El programa CrossFit es registrado por datos. Se hace importante tener presente pizarras con el objetivo de registrar con precisión resultados, cronómetros a mano e indicadores de efectividad en las ejecuciones. La producción de precedentes se hace importante y de gran valor en aspectos de motivación en la superación de marcas.



## ENTRENAMIENTO EN SUSPENSIÓN (TRX)

Dentro de las metodologías seleccionadas y sumándonos a la tendencia propuesta por el entrenamiento en suspensión, iniciamos la recolección de datos relacionados y la revisión de bibliografías con estudios previos que nos den un panorama más amplio de su proceder.

Para ello y según Arcos y Francisco (2012):

El sistema TRX se refiere a un régimen de entrenamiento extremo que trabaja con el peso del cuerpo en suspensión y que se practica con diferentes grados de dificultad utilizando una banda ajustable. Es la novedad en el campo del ejercicio y se perfila como herramienta útil para desarrollar fuerza, balance y flexibilidad. Se trata de una modalidad que permite alcanzar diferentes niveles de resistencia con la realización de sobre 100 ejercicios. Los resultados dependerán del grado de inclinación en que esté la persona en relación con la banda de nilón en forma de “Y” que, de un extremo se cuelga de lo alto, y del otro ofrece soporte a las extremidades, sean brazos o piernas. Con sólo modificar la posición del cuerpo se ajusta el nivel de resistencia, por lo que el usuario puede medir el avance en su acondicionamiento físico. Los ejercicios requieren posturas muy específicas para trabajar prácticamente todos los músculos. (parrf. 1-2)

Los sistemas de suspensión/TRX proporcionan un activación alta de los músculos abdominales, mayor que en otros ejercicios realizados en superficies estables e inestables, siendo el ejercicio de flexión de cadera con los pies en el TRX el ejercicio que más activación del core proporciona (Fong et al., 2015). Hay una excepción cuando los ejercicios realizados son isométricos, donde no hay diferencias en la activación entre realizarlos con dispositivos de suspensión a realizarlos en otros materiales como fitballs, ruedas, o sin material (Calatayud et al., 2014). Además, ejercicios para la musculatura abdominal realizados en dispositivos de suspensión se consideran más avanzados que realizarlos con otros materiales, o sin material, debido a que proporcionan un mayor nivel de activación muscular (Nikola et al., 2014).

Realizada la revisión bibliográfica se decide tener en cuenta solo los artículos que presentan referencias y que se encuentran finalizados. Debido a lo reciente de este modelo de entrenamiento, no se encuentra un gran número de apoyos o investigaciones realizadas.

Por lo anterior, se relacionan los trabajos tenidos en consideración. El primero de ellos, el realizado por Fong S. et al. (2015). Este estudio tuvo como objetivo examinar los efectos de la kinesiología y de diferentes ejercicios de suspensión en TRX en la actividad electromiográfica de los músculos del core en las personas con dolor crónico de espalda baja. Luego, un estudio de Calatayud J. et al. (2014), quien tuvo como objetivo analizar las extremidades superiores y la activación del core al realizar flexiones de brazos con diferente dispositivos de suspensión.



## EL CORE

Al pretender que una persona presente cambios en la composición corporal, figura con gran importancia la función del Core y el énfasis dentro la planificación de las actividades. Los cambios más significativos están representados precisamente en esta zona del cuerpo y es allí en donde se toman diferentes pruebas de composición de perfil adiposo, en busca de resultados que arrojen variables en el proceso

Ramón Heredia (2006) señala:

La principal función de la musculatura del tronco es el mantenimiento de la estabilidad del raquis, entendiéndose ésta como la habilidad para limitar patrones de desplazamiento bajo cargas fisiológicas de forma que prevenga la discapacidad por deformación o el dolor debido a cambios estructurales (Monfort, 2000).

El énfasis sobre la columna vertebral es debido a que se trata de una estructura ósea en forma de pilar que soporta todo el tronco. Constituye el eje principal del cuerpo y está constituida por un conjunto de elementos óseos o vértebras superpuestas y articuladas por una serie de estructuras discales y cápsulo-ligamentosas, cuya disposición asegura tres características fundamentales para su funcionalidad, como son dotar de rigidez suficiente para soportar cargas axiales, proteger estructuras del sistema nervioso central (médula, meninges y raíces nerviosas) y otorgar una adecuada movilidad y flexibilidad para los principales movimientos del tronco. (parrf. 1-2)

Según Heredia (2006) una adecuada y equilibrada zona media (CORE) supondrá:

- Correcta estabilización del cuerpo de manera que los brazos y piernas puedan realizar cualquier movimiento teniendo como soporte a esta musculatura y forma una cadena muscular transmisora fuerzas entre piernas y brazos
- Mejorará la eficiencia del movimiento
- Mejorará el equilibrio y coordinación
- Aumentará la firmeza postural y su control
- Aumentará la fuerza y la flexibilidad a través del complejo lumbo-pélvico-cadera (Sacro-Ilíaco). (parrf. 3)

Se ha conceptuado que la estabilidad mecánica de la columna vertebral, sobre todo en condiciones dinámicas y bajo cargas pesadas, es proporcionada por la columna lumbar y la coordinación muscular.



## ANEXO

### ESTUDIO DE CASO

#### FASE DE APLICACIÓN

Las pruebas se aplican a una mujer de 28 años de edad, sedentaria, saludable, no practica ningún tipo de actividad física. En el presente estudio fue previamente informada nuestra participante sobre los protocolos de evaluación y de entrenamiento, además se obtuvo su consentimiento informado a familiares cercanos. Al iniciar el trabajo se obtuvo la edad y se midieron la talla y peso utilizando procedimientos estandarizados. La FC, TAS, TAD se obtuvo utilizando un tensiómetro digital, con la evaluada en reposo y sentada, seguido de toma de circunferencias en general e índice de cintura/cadera. La medición de los pliegues grasos se realizó sobre el lado derecho en los siguientes lugares: tríceps, subescapular, suprailíaco y bíceps. Se determinó la densidad corporal (Alvero et al., 2009) y con ésta el porcentaje de masa grasa (Siri, 1961).

#### ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO

Para realizar el estudio antropométrico aplicaremos mensualmente diferentes técnicas de medición (anteriormente expuestas), partiendo desde una valoración inicial, que nos servirá como base para analizar las variaciones antropométricas generadas por la aplicación de la estructura de entrenamiento establecida para cada mes, el seguimiento ha sido organizado de la siguiente manera:

Tabla 7.

*Cronograma de medición de las variaciones antropométricas*

SEGUIMIENTO	Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
CONTROL ENTRENAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VALORACION ANTROPOMETRICA	X		X		X		X		X		X		X

Seguimiento periódico a las variaciones antropométricas y relación de los cambios expuestos.

#### Aspectos a Tener En Cuenta en la Valoración Antropométrica

- Talla y peso
- Índice de masa corporal (IMC)
- Índice cintura – Cadera (ICC)



- Medición de pliegues cutáneos
- Circunferencias generales

## ESTRUCTURA DE ENTRENAMIENTO

Teniendo en cuenta el estado sedentario de nuestra evaluada, durante el primer mes realizamos una fase inicial de acondicionamiento físico, basado en actividades de entrenamiento funcional y hacemos hincapié en la enseñanza específica de las técnicas básicas para CrossFit y TRX que nos van a servir de soporte para la aplicación de los contenidos a desarrollar en las fases siguientes.

En la estructuración de entrenamiento implementamos un protocolo de esfuerzos discontinuos o intermitentes de larga duración, que nos permitirá desarrollar la potencia aeróbica. La aplicación estricta de estos principios nos lleva a proponer una sucesión de esfuerzos de intensidades por encima del límite máximo (superiores a la PAM) durante aproximadamente tres minutos interrumpidos por unas recuperaciones activas, que le permitirá a nuestra evaluada repetir con la misma calidad este encadenamiento de esfuerzos durante un importante número de veces (un mínimo de seis repeticiones). (Gerscheler, Reindall y Roskamm 1940)

A continuación presentamos los ejercicios seleccionados y que posteriormente fueron incluidos en cada sesión de entrenamiento de acuerdo a los objetivos del día y a la planificación mensual.

### Circuitos de functional training

- Circuitos coordinativos
- Circuitos de agilidad
- Circuitos de velocidad
- Circuitos de resistencia
- Propiocepción

### Contenidos CrossFit

- **CFWU:** CrossFit Warm-up. Calentamiento de CrossFit.
- **MetCon:** Ejercicio de acondicionamiento metabólico (Metabolic conditioning workout, por sus siglas en inglés); los ejercicios de acondicionamiento pretenden aumentar el almacenamiento y entrega de energía para cualquier actividad.
- **AMRAP:** As Many Reps (sometimes Rounds) as Possible. Tantas repeticiones (o rondas) como sea posible.
- **ATG:** Ass to Grass. El Culo al Suelo.



- **BP:** Bench press. Press de Banca.
- **BS:** Back squat. Sentadilla (con el peso atrás).
- **BW (o BWT):** Body Weight. Peso corporal.
- **CFT:** CrossFit Total – WOD que consiste en máximo peso en un Peso Muerto, una Sentadilla y un Press de Hombro.
- **CLN:** Clean. Cargada.
- **C&J:** Clean and jerk.
- **DL:** Deadlift. Peso Muerto.
- **FS:** Front squat. Sentadilla Frontal.
- **H2H:** Hand to hand, Mano a Mano. Se refiere a las técnicas de “malabares” con kettlebell de Jeff Martone (o al combate).
- **HSPU:** Hand stands push up. Fondos verticales. Ponte haciendo el pino (utiliza una pared si es necesario) y flexiona los brazos hasta que la nariz toque el suelo. Después empuja para volver a la posición original.
- **HSQ:** Hang squat (clean o snatch). Empieza con la barra “colgada”. Mientras la barra se alza, desciende hasta una sentadilla completa y recíbela en posición de rack. Desde ahí, sube hasta la posición vertical.
- **KTE:** Knees to elbows. Rodillas a codos. Similar a TTBs, más abajo.
- **OHS:** Overhead squat. Sentadilla profunda realizada mientras los brazos se encajan en un agarre amplio de press por encima (y usualmente tras) de la cabeza.
- **PC:** Power clean.
- **PP:** Push press.
- **PSN:** Power snatch.
- **PU:** Dominadas, puede ser fondos, dependiendo del contexto.
- **SN:** Snatch.
- **SQ:** Sentadilla.
- **TTB:** Toes to bar. Colgado de una barra. Flexiona la columna hasta que las puntas de los pies sobrepasen la barra, baja lentamente y repite.
- **GHR:** Glute ham raise (developer) por sus siglas en inglés. Ejercicio de cadena posterior, como una extensión trasera. También es el aparato que permite el desarrollo adecuado de una GHR
- **GHR(D):** Sentadilla realizada en la banca de GHR(D)
- **KTE:** Rodillas a los codos (Knees to elbows por sus siglas en inglés); colgando de la barra, te doblas y recoges las piernas hasta que las rodillas toquen los codos

## Contenidos TRX

- TRX Push-Up
- TRX Chest Press



- TRX Inverted Row
- Kneeling Triceps Press
- Low Row
- Single-Arm Row
- Three-Way Row
- Alligator
- Triceps Extension
- Atomic Push-Up
- Chest Fly
- Biceps Curl
- Push-Up with Pike
- Y Fly
- Clock Press
- Power Pull
- Standing Fallout
- T Deltoid Fly
- Side-Straddle Golf Swings
- Lunge
- Squat
- Hamstring Pull-In/Hamstring Curl
- Single-Leg Hamstring Pull-In/Hamstring Curl
- Curtsy Lunge/Crossing Balance Lunge
- Reverse Mountain Climber
- Suspended Plank with Abduction
- Pike
- Spiderman Push-Up

## Contenidos CORE

- Plancha suspension
- Plancha con rotación de torso
- Plancha Mixta
- Plancha en dos apoyos
- Plancha spider
- Plancha lateral
- Plancha lateral con abducción
- Basic crunch
- Feet Up crunch
- Fast Bicycles
- Sky reachers
- Extended reverse crunch



- Hip raisers
- Cross crunch
- V- Up
- Rowers
- Supermans
- Bird Dogs
- Throw downs
- Hip to Hip
- TRX reverse
- TRX climber

A partir de la anterior selección de ejercicios, estandarizamos cada sesión de entrenamiento de la siguiente manera:

Tabla 8.

*Estructura de las sesiones de entrenamiento*

<b>ESTRUCTURA DE LA SESION</b>			
	<b>FASE INICIAL</b>	<b>FACE CENTRAL</b>	<b>FASE FINAL</b>
	<b>Entrada en calor</b>	<b>Circuito de entrenamiento</b>	<b>Vuelta a la calma</b>
<b>Actividad</b>	Marcha Trote Velocidad Soga Elongación Dinámica	Estructura intercalada 1.Circuito coordinación – pliometria 2.CrossFit- TRX 3.CORE - abdominal/Dorsal	Marcha Trote Elongación asistida
<b>Duración</b>	15 a 25 min	Condicionada a la estructura Entre 30 a 40 min	15 min
<b>Series</b>	1	3 a 4 x 4 min aprox.	1
<b>Recuperación</b>		R= 3 a 4 min	

Se estandariza el protocolo para todo el ciclo de entrenamiento.





**FASE INICIAL:** Se eligen actividades de desplazamiento continuo a intensidades medias y altas con el ánimo de realizar una apropiada activación neuromuscular acorde a la exigencia de la siguiente fase. Dentro de las actividades alternamos marchas de recuperación, trotes y situaciones de velocidad, cambios de ritmo y sogas, que finalmente nos garantizan la activación exacta para iniciar trabajos de alta intensidad.

**FASE CENTRAL:** Se estructuran circuitos en donde intervienen entre 4 a 5 trabajos de CrossFit y TRX intercalados con trabajos intermedios de coordinación y/o pliometría, sumando entre estos alrededor de 8 a 10 trabajos en línea de 25" cada uno, con una sumatoria total en tiempo aproximado de 4 a 4.5 min, con una recuperación R=3 a 4 min. Las intensidades del esfuerzo oscilan entre el 80-90% del Vo2 pico o un 85-95% de la FC max<sup>5</sup>.

Una vez finalizado el circuito y durante la recuperación (activa), realizamos el trabajo correspondiente al CORE, con una serie de trabajos abdominales y dorsales.

**FASE FINAL:** Luego de una serie de esfuerzos de alta intensidad, desarrollamos trabajos de movilidad y desplazamientos que nos permitan disminuir controladamente la FC de nuestra participante, Finalizando con una adecuada elongación asistida.

## VALORACION INICIAL

- *Talla y peso*

Tabla 9.

*Talla y peso inicial de la evaluada*

TALLA	PESO
1,60 m	68,8 kg

Toma de inicial de referencia de peso y talla

---

<sup>5</sup> Basado en Leggate, M., Carter, W.G., Evans, M.J., Vennard, R.A., Sribala-Sundaram, S. y Nimmo, M.A.,(19 de enero del 2012). Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. J. Appl. Physiol., 112 (8): 1353–1360.



- Índice de masa corporal (IMC)

Tabla 10.

*Formulación en busca del IMC inicial*

Inicial = $\frac{68,8}{(1,60)^2} = 26,88$
<b>Valores límites de IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sobrepeso Grado I</b>

Con datos iniciales de peso y talla, formulamos y obtenemos IMC de referencia.

- *Índice cintura – Cadera (CIC)*

Tabla 11.

*Referencia inicial de Índice Cintura - Cadera*

Inicial = $\frac{78}{109} = 0,7189$
No representa factor de riesgo <0.9

Con la toma inicial de cintura y cadera referenciamos riesgos y valores base.



- *Circunferencias generales*

Tabla 12.

*Toma base de circunferencias generales*

		INICIAL
Cuello		34
Pecho		102
Abdomen		98
Cintura		78
Cadera		108,5
Muslo	Der	58
	Izq	58
Gemelos	Der	38,5
	Izq	38,5
Biceps	Der	32,8
	Izq	33
Antebrazo	Der	24
	Izq	23,8

Primera toma a la evaluada de circunferencias generales.

- *Medición de pliegues cutáneos (% Grasa)*

Para el seguimiento tendremos en cuenta los siguientes datos:

Se utilizaran las ecuaciones de Durnin & Womersley con las que se obtienen valores de densidad corporal y posteriormente, se calcula el porcentaje de grasa con ecuación de Siri (Durnin & Womersley 1974).

$$\text{Para 20-29 años } Dc = 1,1599 - 0,0717 * \log_{10} (PI\ Tri + PI\ Bic + PI\ Sub + PI\ Ileoc)$$

$$\% \text{ Masa grasa} = (495/DC) - 450$$

Ecuaciones de Durnin & Womersley



Tabla 13.

*Escala de Clasificación para el Porcentaje de Grasa*

PORCENTAJE DE GRASA EN MUJERES							
Edad	Esencial	Competición	Excelente	Bueno	Promedio	Pobre	Obeso
19-24	<7-8%	9-12%	<15%	16-20%	21-25%	26-30%	>31%
25-29	<7-8%	9-12%	<16%	17-21%	22-26%	27-31%	>32%
30-34	<7-8%	9-12%	<17%	18-22%	23-27%	28-32%	>33%
35-39	<7-8%	9-12%	<19%	20-23%	24-28%	29-33%	>34%
40-44	<7-8%	9-12%	<21%	22-24%	25-29%	30-34%	>35%
45-49	<7-8%	-	<23%	24-26%	27-31%	32-36%	>37%
50-54	<7-8%	-	<25%	26-28%	29-33%	34-37%	>38%
55-59	<7-8%	-	<26%	27-29%	30-34%	35-38%	>39%
+60	<7-8%	-	<27%	28-30%	31-35%	36-39%	>40%

*Clasificación de % de grasa*

Los valores reflejados en la tabla, presentan un punto de referencia y comparación en los porcentajes de grasa corporal en mujeres de acuerdo a su edad.

PGC (% de grasa corporal)

**Menos de 25 %** Delgadez

**25 a 30 %** Normal

**Más de 30 %** Exceso de grasa corporal



Tabla 14.  
*Toma inicial de pliegues*

PLIEGUE (mm)	INICIAL
TRICIPTAL	18,6
SUBESCAPULAR	22,1
SUPRAILIACO	21,6
BICEPS	15,3
<b>SUMATORIA</b>	<b>77,6</b>
<b>% GRASA</b>	<b>1,02</b>
<b>SIRI</b>	<b>33,2111</b>
<b>MC MAGRA</b>	<b>44,2 Kg</b>

Toma de referencia inicial de pliegues cutáneos con Caliper.

## VALORACION ANTROPOMETRICA MENSUAL

- *Talla y peso*

Tabla 15.  
*Resultados periódicos de tomas de Peso y Talla*

Peso Inicial	68,8	Altura
Toma 1	66,9	1,6
Toma 2	62,5	
Toma 3	59,9	
Toma 4	56,3	
Toma 5	54,1	
Toma 6	53,7	

Establecido el cronograma de valoraciones, se realizan las correspondientes tomas de peso y talla.



• *Índice de masa corporal (IMC)*

Tabla 16.

*Valor inicial de IMC*

$\text{Inicial} = \frac{68,8}{(1,60)^2} = 26,875$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Sobrepeso Grado I
---	--

Toma del IMC utilizada como punto de partida para futuros análisis de variables.

*Toma 1*

Tabla 17.

*Primer toma programada de IMC*

$1 = \frac{66,9}{(1,60)^2} = 26,133$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Primer registro para analizar variantes con relación a valoración inicial.

*Toma 2*

Tabla 18.

*Segunda toma programada de IMC*

$2 = \frac{62,5}{(1,60)^2} = 24,414$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

*Toma 3*

Tabla 19.

*Tercera toma programada de IMC*

$3 = \frac{59,9}{(1,60)^2} = 23,398$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.



## Toma 4

Tabla 20.

*Cuarta toma programada de IMC*

$4 = \frac{56,3}{(1,60)^2} = 21,992$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

## Toma 5

Tabla 21.

*Quinta toma programada de IMC*

$5 = \frac{54,1}{(1,60)^2} = 21,133$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

## Toma 6 (Final)

Tabla 22.

*Sexta toma programada de IMC*

$6 = \frac{53,7}{(1,60)^2} = 20,977$	Valores límites de IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) Peso Normal
--------------------------------------	--

Confirmación de variantes durante el proceso.

## • *Indicé cintura – Cadera (CIC)*

Tabla 23.

*Registro Base del Índice Cintura - Cadera*

<b>Inicial</b> = $\frac{78}{108,5} =$	0,7189	Valor Normal <0,9
---------------------------------------	--------	-------------------

Referencia base para futuros análisis en variaciones de composición corporal



## Toma 1

Tabla 24.

*Primera toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$1 = \frac{77,5}{105} =$	0,7381	Valor Normal <0,9
--------------------------	--------	-------------------

Primera toma de referencia e implementada comparativamente con la toma inicial.

## Toma 2

Tabla 25.

*Segunda toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$2 = \frac{75,5}{98,5} =$	0,77	Valor Normal <0,9
---------------------------	------	-------------------

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

## Toma 3

Tabla 26.

*Tercera toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$3 = \frac{74}{97} =$	0,7629	Valor Normal <0,9
-----------------------	--------	-------------------

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.





*Toma 4*

Tabla 27.

*Cuarta toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$4 = \frac{72,8}{94,8} =$	0,768	Valor Normal <0,9
---------------------------	-------	-------------------

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

*Toma 5*

Tabla 28.

*Quinta toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$5 = \frac{72,5}{95} =$	0,763	Valor Normal <0,9
-------------------------	-------	-------------------

Registro para analizar variantes con relación a valoraciones previas.

*Toma 6 (Final)*

Tabla 29.

*Sexta toma programada de Índice Cintura - Cadera*

$6 = \frac{72}{95,5} =$	0,754	Valor Normal <0,9
-------------------------	-------	-------------------

Confirmación de variantes durante el proceso



• *Circunferencias generales*

Tabla 30.

*Resultados de tomas periódicas de circunferencias*

		INICIAL	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6
Cuello		34	33,5	32,5	31,5	31	31	31
Pecho		102	99	95,5	87	87,5	88	88,5
Abdomen		98	96	91,5	86	80,5	78,5	77
Cintura		78	77,5	75,5	74	72,8	72,5	72
Cadera		108,5	105	98,5	97	94,8	95	95,5
Muslo	Der	58	57,3	56,8	54	52,5	52,8	53,5
	Izq	58	57,5	57	54	52,5	52,8	53,5
Gemelos	Der	38,5	38	37,3	36,8	36	35,5	35,5
	Izq	38,5	38	37,5	36,8	36,3	35,5	35,5
Biceps	Der	32,8	32,5	32	29,8	28,3	27	26,5
	Izq	33	32,7	32	30,3	28,5	27,5	27
Antebrazo	Der	24	24	23,8	23,5	23,5	23,5	23,5
	Izq	23,8	23,8	23,8	23,5	23,5	23,5	23,5

Establecido el cronograma de valoraciones, se realizan las correspondientes tomas de circunferencias generales.



• *Medición de pliegues cutáneos (% Grasa)*

Tabla 31.

*Resultados de tomas periódicas de Pliegues Cutáneos*

PLIEGUE (mm)	INICIAL	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	TOMA 4	TOMA 5	TOMA 6
TRICIPTAL	18,6	18,1	16,2	15,8	14,8	14,3	14,1
SUBESCAPULAR	22,1	19,8	17,4	15,7	13,3	11,2	10,9
SUPRAILIACO	21,6	19,7	16,6	13,5	10,5	9,9	9,8
BICEPS	15,3	14,7	13,8	13,1	12,4	12,2	12,2
<b>SUMATORIA</b>	<b>77,6</b>	<b>72,3</b>	<b>64</b>	<b>58,1</b>	<b>51</b>	<b>47,6</b>	<b>47</b>
<b>DENSIDAD CORP</b>	<b>1,02</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,04</b>	<b>1,04</b>	<b>1,04</b>
<b>SIRI % GRASA</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>MC MAGRA</b>	<b>44,2 Kg</b>	<b>44,0 Kg</b>	<b>43,6 Kg</b>	<b>42,0 Kg</b>	<b>40,4 Kg</b>	<b>39,1 Kg</b>	<b>38,5 Kg</b>

Establecido el cronograma de valoraciones, se realizan las correspondientes tomas de pliegues cutáneos

## VALORACION FINAL (GRAFICOS Y ANALISIS)

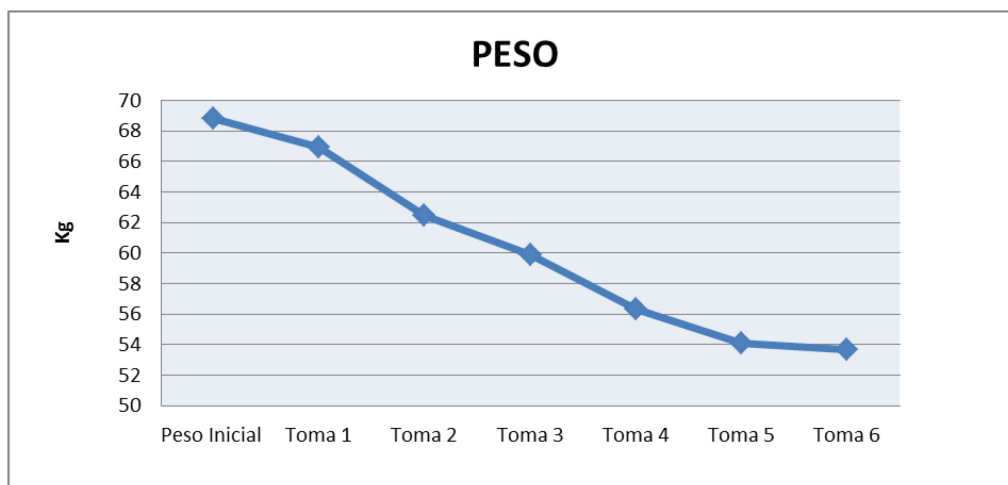


Figura 5. Proyección del descenso de peso demostrado desde su control periódico.

El control periódico del peso corporal nos permitió mantener una comprobación rápida sobre los cambios corporales de la evaluada y la eficacia en la aplicación de contenidos de actividad física, acompañada de un control estricto en sus hábitos dietarios. La curva decreciente del grafico anterior, revela la disminución periódica de peso que se fue logrando debido a la



planeación y ejecución de nuestro esquema de trabajo. Con un peso inicial de 68,8 kg se inicia el proceso y culmina con un peso de 53,7 kg, lo cual nos da como resultado positivo la pérdida de 15,1 kg en el transcurso de todo el proceso.

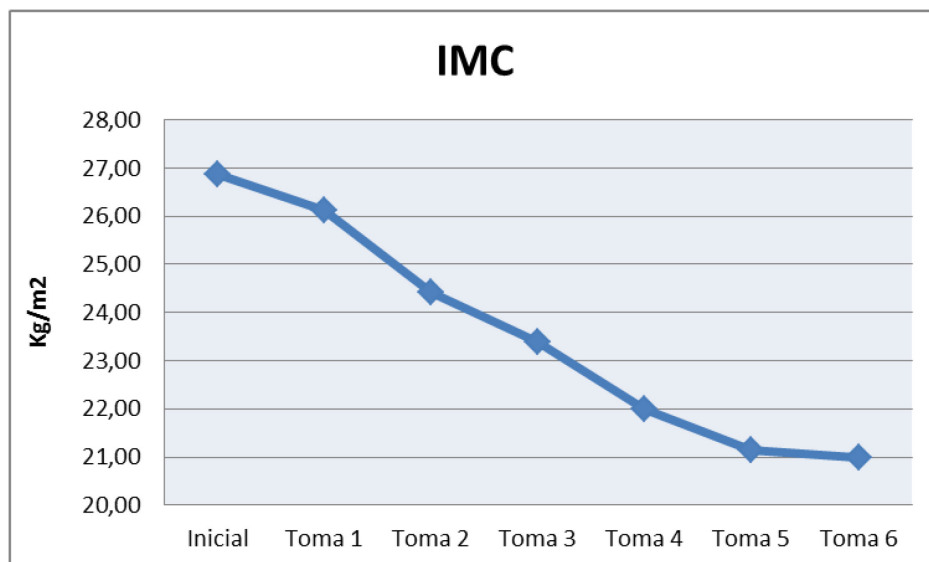


Figura 6. Proyección del descenso de los valores de IMC, demostrado desde su control periódico.

El objetivo de este estudio es establecer si el índice de masa corporal determinado por una estimación antropométrica nos arroja resultados fiables y concretos que a su vez nos permita establecer relaciones directas con los resultados en otras técnicas de medición, lo cual nos permitirá analizar resultados y variables durante el proceso.

Se establecieron los índices antropométricos mediante la estimación del IMC inicial y el IMC periódicos, obteniendo una variación significativa entre la primera y la última toma de 5,898 Kg/m<sup>2</sup> aproximadamente. Mientras que las variaciones presentadas entre cada periodo de valoración reflejaron una media de variación de 1,7 Kg/m<sup>2</sup> entre todas las tomas, siendo las 3 primeras en donde se observaron las variaciones más considerables,

Posteriormente se calculó la distribución porcentual del IMC de acuerdo a la clasificación del consenso español de la SEEDO<sup>6</sup> y los parámetros de la OMS<sup>7</sup>. De los resultados observados se encontró que en la toma inicial, nuestra evaluada se encontraba en un sobrepeso nivel I, con un IMC de 26,8, lo cual no significaba un gran riesgo, pero si un punto de partida a tener en cuenta en los avances futuros del proceso. En nuestra segunda toma, la evaluada se encontraba, de acuerdo a los estándares, en un nivel promedio normal, lo cual nos permitió evaluar nuestro primer gran avance. A partir de allí, los resultados periódicos fueron arrojando

<sup>6</sup> SEEDO: Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad

<sup>7</sup> OMS: Organización Mundial de la Salud



avances significativos que le permitieron a nuestra evaluada finalizar el proceso con un IMC de 20,9 que la ubica en un nivel óptimo de peso.

Es necesario dilucidar si el peso y la talla tienen una relación directa con otros criterios evaluados en el proceso y si llevan una misma dirección vectorial tomando en cuenta cada una de las evaluaciones realizadas.

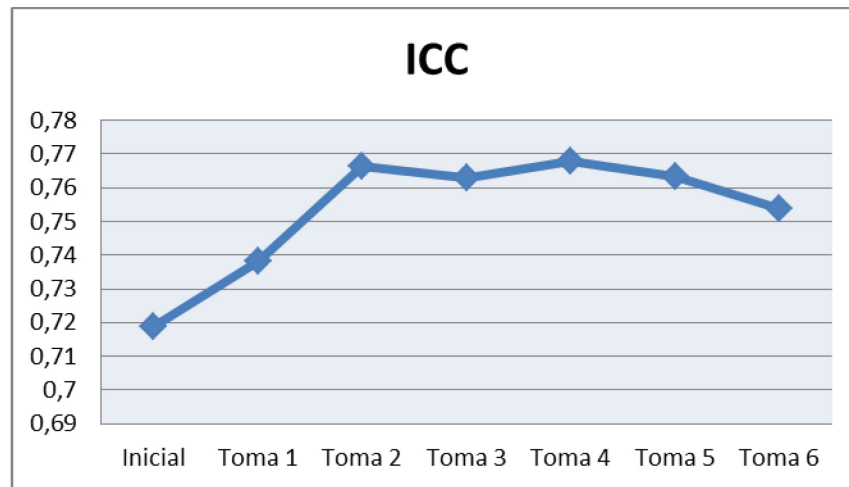


Figura 7. Variaciones en obesidad abdominal desde la toma periódica del ICC.

Teniendo en cuenta que el índice de cintura cadera se realiza para evaluar obesidad abdominal, también nos permite establecer un control en los cambios o variaciones físicas a partir de la disminución o aumento de grasa visceral.

Los objetivos de este estudio fueron verificar inicialmente la existencia de un factor de riesgo, debido a que al rebelarse valores superiores indicarían obesidad abdominovisceral, lo cual se asocia a un riesgo cardiovascular aumentado y a un incremento de la probabilidad de contraer enfermedades como Diabetes Mellitus e Hipertensión Arterial. En segundo lugar, comprobar una posible correlación entre los valores del índice de cintura-cadera y el índice de masa corporal, ya que esta medida es complementaria debido a que el IMC no distingue si el sobrepeso se debe a hipertrofia muscular fisiológica (sana) como es el caso de los deportistas o a un aumento de la grasa corporal.

En nuestra evaluación inicial logramos comprobar que nuestra evaluada presentaba un valor de ICC de 0,71, lo cual se encontraba por debajo del 0,9 establecido por la OMS como valores normales en obesidad abdominovisceral en mujeres, lo cual nos permitía descartar factores de riesgo propensos a patologías cardiovasculares; Valores que se mantuvieron siempre estables dentro de lo normal, permitiéndonos ver avances positivos dentro del proceso.



Siendo consecuentes con los resultados obtenidos, comprobamos que seguían una misma línea de avance y una correlación positiva los índices antropométricos de ICC e IMC frente a la pérdida periódica de masa grasa, comenzando a observarse la aparición porcentual de masa muscular en relación a la grasa corporal.

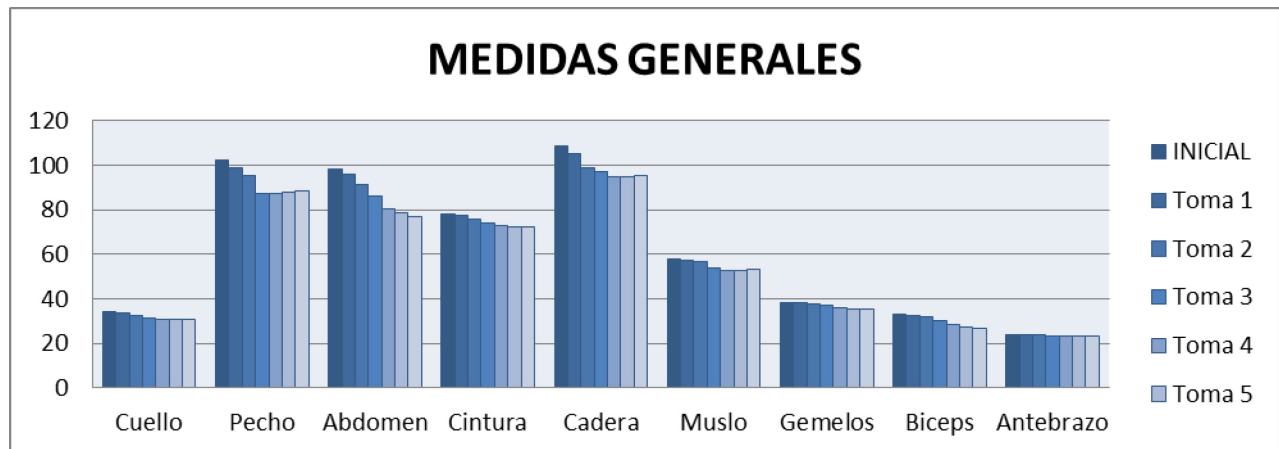


Figura 8. Proyección del descenso de medidas antropométricas generales demostrado desde su control periódico.

La medición antropométrica de medidas corporales, nos permitió establecer variaciones y/o cambios generados por la aplicación de los contenidos de actividad física y la orientación de carácter nutricional que acompaña todo el proceso.

Las evaluaciones periódicas nos expresaron la reserva actual de tejido adiposo y nos sirvió como referencia para la toma de los pliegues posteriormente; además nos presentó las variaciones que se iban generando y que de la mano de los diferentes medios de análisis antropométricos, nos permitiría evaluar con eficacia cada uno de estos resultados.

Como el gráfico anterior nos expresa, podemos analizar y concluir los avances cuantitativos que nos dejó este proceso. Desde la primera toma encontramos resultados bastante reveladores, que para nuestra evaluada representaban medidas demasiado elevadas, ya que su contextura endo-morfa proyectaba un sobrepeso en crecimiento, y para nosotros como evaluadores nos permitió establecer un objetivo determinante, ya que con una composición corporal grasa y unas medidas generales iniciales elevadas por encima de valores normales, nos obliga a realizar un trabajo muy objetivo y concreto.

La medición periódica comenzó a arrojarnos resultados muy alentadores, la disminución en cada una de las circunferencias medidas, luego de la aplicación del contenido físico y el acompañamiento nutricional, fue siempre progresiva.



La proyección vectorial en gráficos, de los resultados de estas mediciones antropométricas, estuvo siempre acorde a los resultados de los diferentes instrumentos de medición que se desarrollaban alternamente.

Las circunferencias medidas, de acuerdo al grafico anterior, mantuvieron siempre una proyección a disminuir de principio a fin, lo cual nos permitió consolidar objetivos mes a mes y complejizar los trabajos realizados en cada sesión de entrenamiento.

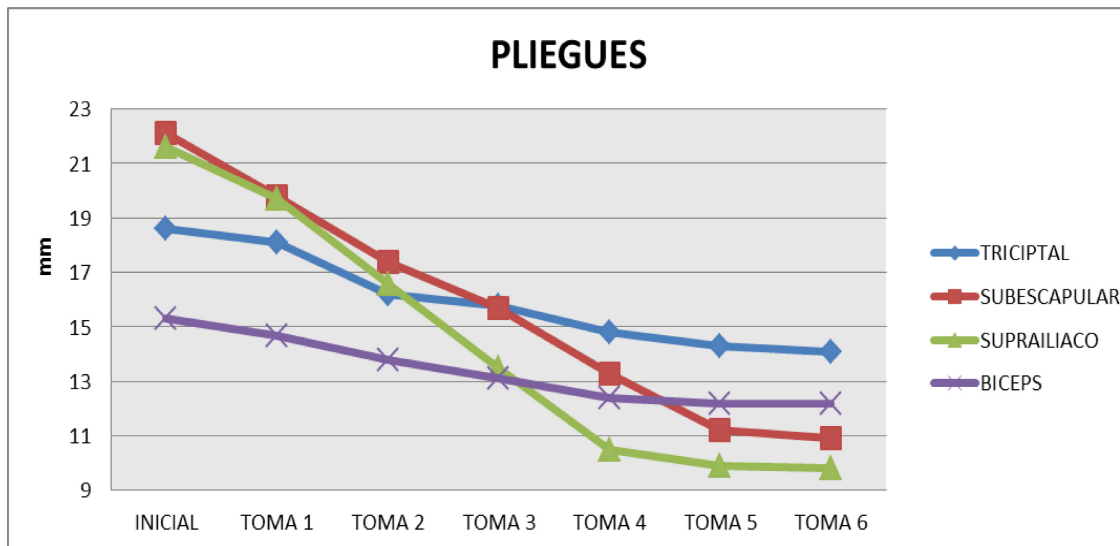


Figura 9. Proyección del descenso en valores de Pliegues cutáneos demostrado desde su control periódico.

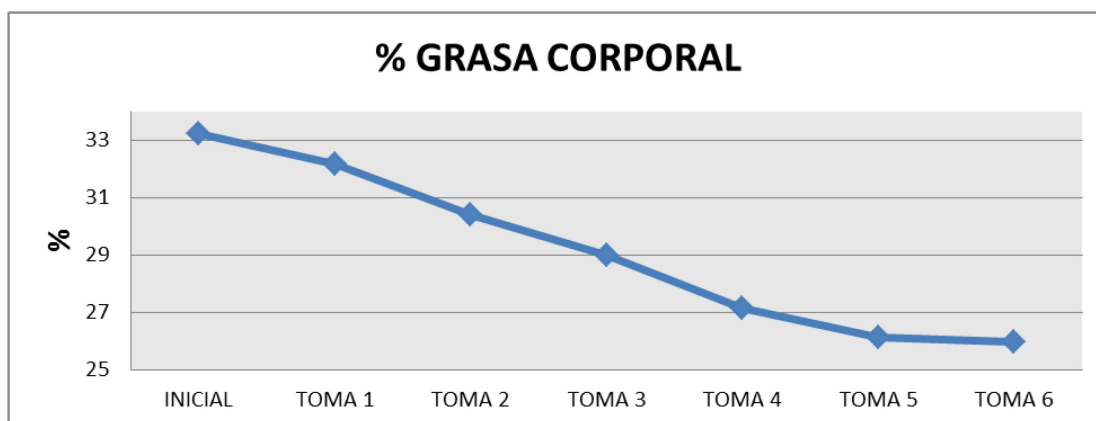


Figura 10. Proyección del descenso de porcentajes de grasa, demostrado desde el control periódico de la toma y formulación de pliegues.



Teniendo como referencia las respectivas medidas de circunferencias, necesitábamos corroborar las variaciones en ellas con una herramienta objetiva para establecer los cambios en la composición grasa corporal, para esto aplicamos uno de los instrumentos de mayor precisión para que los resultados fueran fiables y nos permitieran observar las verdaderas variables durante todo el proceso. La toma de pliegues a través de un plicómetro en zonas establecidas nos entregaría datos concretos en la composición de estas zonas.

Se eligieron los pliegues Tricipital, Suprailíaco, Subescapular y bíceps, la sumatoria de estos 4 resultados ingresan a una fórmula preestablecida que nos permitirá resolver el porcentaje graso corporal que presenta nuestra evaluada en el momento de la evaluación.

Como era de esperarse y ya corroborado con anteriores instrumentos de antropometría, nuestra evaluada se encontraba con un porcentaje graso alto, estandarizada en un nivel de obesidad bajo (33).

Previendo lo anterior se estableció como objetivo principal, que a partir de la aplicación de las sesiones de entrenamiento se buscaría la disminución de grasa corporal progresivamente, intentando que la evaluada salga de esos niveles de riesgo y obesidad, logrando variaciones considerables en las mediciones antropométricas realizadas periódicamente.

Los resultados desde la primera toma de control fueron satisfactorios, en cada uno de los pliegues se manifestaron cambios y disminución en la composición grasa corporal. Después del cuarto mes del proceso ya nuestra evaluada se encontraba fuera de los niveles de obesidad, lo cual nos encaminaba a proyectar mejores resultados al finalizar el proceso.

Al cerrar el proceso logramos concluir que su porcentaje de grasa corporal se encontraba en un nivel óptimo (26), que en relación a su edad es muy bueno. Es decir, el nivel de obesidad con el que inicio nuestra evaluada fue desapareciendo hasta el punto en que se fue equilibrando su composición muscular, con su composición grasa corporal, ubicándose en valores idóneos.

## **DISCUSIÓN**

Los resultados de este estudio nos indican que la aplicación de contenidos estructurados de entrenamiento y elaborados objetivamente, le permiten a las personas encontrar variaciones a nivel corporal y mejorías notorias en su apariencia física. Pero también sabemos que no es suficiente la planeación de esquemas de entrenamiento si no se tienen en cuenta modelos nutricionales que acompañen estos procesos, además de un acompañamiento motivacional que sostenga el interés por continuar encaminado a sus objetivos. Esto nos hace pensar que las propuestas de entrenamiento que existen, podrían presentar una carga deportiva que resulte





más atractiva a las personas, estableciendo parámetros estrictos y seguimientos periódicos, por lo que sería necesario realizar nuevas propuestas y planteamientos pedagógicos a fin de lograr que las personas en general incrementen el tiempo de práctica de la actividad física con objetivos saludables.

Los métodos implementados realizan una estimación indirecta del porcentaje de grasa corporal<sup>8</sup> y en ausencia de un patrón técnico como la densitometría, no es posible conocer cuál de ellos aporta una medida del porcentaje de grasa corporal más fiable.

Diversos artículos de nuestra revisión<sup>9</sup> confirman que la ecuación implementada de Durnin y Womersley puede ser utilizada con certeza en diversos grupos de población y además, presenta una elevada concordancia y corroboración con el porcentaje de grasa corporal obtenido a través de diversas técnicas tales como, la densitometría<sup>10</sup> y los métodos dilucionales<sup>11</sup>.

Es por lo anterior que se deben tener en cuenta una serie de limitaciones de este estudio. Creemos que el estudio demuestra, que las variaciones corporales, en la búsqueda de disminución de masa grasa son posibles con la implementación de técnicas modernas de entrenamiento, sesiones cortas y que generan menos fatiga tanto física como psicológica. Pero estos resultados serán muy provechosos en un futuro, siempre y cuando se pueda ir tecnificando de una manera más avanzada y objetiva la toma de pruebas.

## CONCLUSIONES

A partir de los diferentes métodos o instrumentos antropométricos logramos establecer las variantes corporales de una mujer inicialmente sedentaria, que a partir de su participación en un plan organizado de entrenamiento funcional, logro presentar cambios considerables en su composición corporal.

La aplicación de estos métodos elegidos, lograron esclarecer las diferencias en cada una de sus implementaciones y la relación entre sí para analizar variaciones en la composición corporal tanto de masa grasa como de masa magra.

---

<sup>8</sup> Valtueña Martínez, S., Arija Aval, V. y Salas-Salvadó, J., (1996). Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproducibilidad, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. *Med Clin (Barc)*, 106, 624-635.

<sup>9</sup> Ver Alastrué Vidal, A., (1994), *Antropometría y obesidad*, Barcelona, España: Med Clin. 102: 16-19. Ver García-Lorda, P. y Salas-Salvadó, J., (19 de Julio de 1999). Evaluación de la composición corporal en el paciente obeso. *Medicina Integral*, 6, 262-271.

<sup>10</sup> Brozek, J., Grande, F., Anderson, JT. y Keys, A., (26 de septiembre de 1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110, 113-140.

<sup>11</sup> Durnin, J. y Womersley, J., (12 de junio de 1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.



La relación entre los diferentes métodos implementados para la medición antropométrica de nuestra evaluada, otorgaron un aporte fehaciente para la suministración de datos que sirvieron para la fácil estandarización de resultados y el oportuno análisis de cada uno de los periodos de evaluación. Si bien algún instrumento aporta más o menos información que el otro, consideramos que el conjunto de estos resultados nos brinda valores de corroboración que esclarecen el accionar y la conclusión objetiva de todo el proceso. El método más utilizado es la ecuación de Siri, siendo recomendable usar la variante Siri-específica, ya que aporta un resultado más fiable al tener en cuenta en la valoración de la grasa corporal la influencia del sexo y la edad.

Con relación a la estructura de entrenamiento, se logra establecer bajo protocolos que utilizan intervalos más largos entre 1 a 5 minutos ya que estas presentan respuestas de adaptación enzimática y metabólicas que promueven una mejoría en la posibilidad de utilización de los lípidos luego de un entrenamiento de HIT. Durante fases de recuperación, después de una actividad intensa, gastando energía mientras se recupera el déficit de oxígeno a nivel muscular.

Existe una clara evidencia que refleja el potencial beneficio de los modelos elegidos de HIT sobre el metabolismo, adaptaciones musculares periféricas que mejoran el potencial oxidativo del músculo, cambios en la oxidación de sustratos en reposo y durante el ejercicio. Por consiguiente, propende a una clara respuesta del método sobre cambios en la composición corporal.

Nuestra estructura diseñada para una mujer sedentaria, que nunca tuvo una experiencia cercana en actividad física, no solo logró variaciones a nivel antropométrico, si no que le brindo un nuevo habito saludable a nivel nutricional, debido al constante seguimiento, a la correcta orientación y a la evaluación periódica en la que se encontraba, se logró establecer un criterio más saludable de alimentación que ayudo cualitativamente al proceso y a los objetivos proyectados. La valoración de la composición corporal, que forma parte de la evaluación nutricional, asume un protagonismo demasiado importante, favorecido por diversas situaciones sociales<sup>12</sup>, siendo las más relevantes por su impacto en la atención diaria, el aumento de personas con sobrepeso, obesidad, anorexia o que simplemente quieren iniciar una dieta especifica por motivos estéticos.

---

<sup>12</sup> Martínez Valls J.F.,(1999). Diagnóstico y valoración del estado nutricional. Medicine: Programa de Formación Médica Continuada Acreditado, 7 (110), 5125-5135.



## BIBLIOGRAFIA

Acosta H. y Hernández L., (2012), Indicadores antropométricos. Evaluación nutricional Leticia Rodríguez. Universidad la Concordia. Recuperado de [http://www.slideshare.net/hugo\\_matthew/inidcadores-antropometricos](http://www.slideshare.net/hugo_matthew/inidcadores-antropometricos).

Alastrué Vidal, A., (1994), *Antropometría y obesidad*, Barcelona, España: Med Clin. 102: 16-19

Alvero, R., Cabañas, D., Herrero de Lucas, A., Martínez, L., Moreno, C., Porta J., Sillero, M. y Sirvent, J. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cine antropometría de la federación española de medicina del deporte. Archivos de Medicina del Deporte, Volumen XXVI (131), 166-179.

Antón Cope, O., (2015), *Entrenamiento en suspensión*, Alicante, España: Universidad Miguel Hernández.

Arcos, N., y Francisco, D. (2012). Entrenamiento funcional en suspensión TRX como método óptimo de ejercitación en adultos. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Educación Física Deportes y Recreación. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1294#sthash.uFwd3o9S.dpuf>

Añon, P. (10 de agosto de 2013). Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión [Mensaje en un blog]. G-SE. Recuperado de <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-hiit-y-su-efectividad-para-la-mejora-de-la-composicion-corporal-claridad-frente-a-la-confusion>

Brozeck, J., Grande, F., Anderson, JT. y Keys, A., (26 de septiembre de 1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Ann. N. Y. Acad. Sci., 110, 113-140

Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J. C., Martín, F., Rogers, M. E., Behm, D. G. y Andersen, L. L., (1 de septiembre del 2014). Muscle Activation during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. Journal of Sports Science and Medicine, 13 (3), 502-510.

Dieguez, J. y Papí, J. D., (2006), *Entrenamiento funcional en programas de fitness Volumen I*, Barcelona, España: INDE.

Dunham, C. y Harms, C.A., (23 de diciembre del 2011). Effects of High Intensity Interval Training on Pulmonary Function. European Journal of Applied Physiology, doi: 10.1007/s00421-011-2285-5.



Durnin, J. y Womersley, J., (12 de junio de 1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.

Fitness Revolucionario. (2013). *Tiempo extendido de quema de grasa post entrenamiento. HIIT vs aerobic training* [Gráfico]. Recuperado de <http://www.fitnessrevolucionario.com/2013/08/21/entrenamientos-por-intervalos-para-quemar-grasa-por-que-funcionan-y-como-empezar/>

Fong, S. S., Tam, Y. T., Macfarlane, D. J., Ng, S. S., Bae, Y. H., Chan, E. W., y Guo, X. (19 de enero del 2015). Core Muscle Activity during TRX Suspension Exercises with and without Kinesiology Taping in Adults with Chronic Low. *Hindawi*, 2015, doi: 910168.

García-Lorda, P. y Salas-Salvadó, J., (19 de Julio de 1999). Evaluación de la composición corporal en el paciente obeso. *Medicina Integral*, 6, 262-271.

Gerscheler, R. y Roskamm, H. (1940). Intervall-training, pag 70. En M. Pradet. (Ed.), *La preparación física* (pp. 70 - 79), Barcelona, España: INDE Publicaciones.

Glassman, G. (2005). What is crossfit. Washington, EU.: Crossfit Inc. Recuperado de <http://www.crossfit.com/cf-info/what-crossfit.html>

Heredia, J. R., Chulvi, I. y Ramón, M., (2006). CORE: Entrenamiento de la zona media. *EF Deportes*, 11(97), 1-5.

Instituto Médico Láser. (2015). Valoración del Estado Nutricional Exploración Física y Medidas Antropométricas. España: Instituto Médico Láser. Recuperado de <http://www.infonutricion.com/estado-nutricional-exploracion-fisica-medidas-antropometricas.html>.

Leggate, M., Carter, W.G., Evans, M.J., Vennard, R.A., Sribala-Sundaram, S. y Nimmo, M.A., (19 de enero del 2012). Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. *J. Appl. Physiol.*, 112 (8): 1353–1360.

Martínez Valls J.F., (1999). Diagnóstico y valoración del estado nutricional. *Medicine: Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 7 (110), 5125-5135.

Moholdt, T.T., Amundsen, B.H., Rustad, L.A., Wahba, A., Løvø, K.T., Gullikstad, L.R., Bye, A., Skogvoll, E., Wisløff, U. y Slørdahl, S.A., (diciembre de 2009). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J.*, 158 (6), 1031–1037.



MONFORT, M., (2000), *La estabilización del tronco como fin para la práctica de actividad física saludable. Educación Física y salud. Actas del II Congreso Internacional de Educación Física*, Jérez, España: FETE-UGT Cádiz.

Mok, N. M., Yeung, E. W., Cho, J. C., Hui, S. C., Liu, K. C. y Pang, C. H., (30 de enero del 2014). Core Muscle Activity During Suspension Exercises. *Journal of Science and Medicine Sport*, 18(2), 189-194.

Perry, C.G., Heigenhauser, G.J., Bonen, A. y Spriet, L.L. (diciembre de 2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 33(6), 1112-1123.

Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J. y Slørdahl, S.A., (junio de 2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.*, 11 (3), 216–222.

Saez Madain, P.(2000). *Revisión Analítica Sobre la Utilización de los Pliegues Cutáneos en la Cineantropometría. Las Formulas Bi-Compartimentales de División Corporal Basadas en la Medida del Panículo Adiposo* [Tabla]. Recuperado de <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/revision-analitica-sobre-la-utilizacion-de-los-pliegues-cutaneos-en-la-cineantropometria.-las-formulas-bi-compartimentales-de-division-corporal-basadas-en-la-medida-del-paniculo-adiposo-846>

Sartor, F., de Morree, H.M., Matschke, V., Marcora, S.M., Milousis, A., Thom, J.M. y Kubis, H.P., (14 de julio del 2010). High- intensity exercise and carbohydrate-reduced energy-restricted diet in obese individuals. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 893-903.

Schjerve, I.E., Tyldum, G.A., Tjønnå, A.E., Stølen, T., Loennechen, J.P., Hansen, H.E., Haram, P.M., Heinrich, G., Bye, A., Najjar, S.M., Smith, G.L., Slørdahl, S.A., Kemi, O.J. y Wisløff, U., (noviembre de 2008). Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin. Sci. (Lond)*, 115 (9), 283–293.

Schuenke, M. D., Mikat, R. P., y McBride, J. M., (29 de enero del 2002). Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *European Journal of Applied Physiology*, 86(5), 411-417.

Servicio de Calidad, Seguridad Alimentaria y Nutrición (CASAN) de la Universidad de Murcia. (2013). *Estudios Antropométricos*. Murcia, España: Universidad de Murcia. Recuperado de <https://www.um.es/csa/documentos/estudiosantropometrico.pdf>

Siri, W.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density. En Brozek J. y Henschel A. (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223 - 244), Washington, D.C., EU.: National Academy of Sciences.



Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), (1996). Consenso español 1995 para la evaluación de la obesidad y para la realización de estudios epidemiológicos. Med. Clin. (Barc) 107, 782-787.

Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. y Yamamoto, K., (octubre de 1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and  $VO_2$ max. Med. Sci. Sports. Exerc., 28 (10), 1327–1330.

Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F. y Miyachi, M., (marzo de 1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. Medicine and Science in Sports and Exercise, 29 (3), 390–395.

Talanian, J.L., Galloway, S.D., Heigenhauser, G.J., Bonen, A. y Spriet, L.L., (14 de diciembre de 2006). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. J. Appl. Physiol., 102(4), 1439-1447.

Thompson, C. J., Cobb, K. M., y Blackwell, J. (febrero de 2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. The Journal of Strength & Conditioning Research, 21(1), 131-137.

Tjønnå, A.E., Lee, S.J., Rognmo, Ø., Stølen, T.O., Bye, A., Haram, P.M., Loennechen, J.P., Al-Share, Q.Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S.A., Kemi, O.J., Najjar, S.M. y Wisløff, U., (22 de julio del 2008). Aerobic interval training *versus* continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. Circulation, 118 (4), 346–354.

Torres, G. (1 de mayo del 2014). Posición anatómica y dirección para la medición de pliegues cutáneos. Puntos de medición de pliegues [Mensaje en un blog]. Paso a Paso para una correcta medición Antropométrica. Recuperado de [http://antropometriaenpasos.blogspot.com.ar/2014\\_05\\_01\\_archive.html](http://antropometriaenpasos.blogspot.com.ar/2014_05_01_archive.html)

Tsekouras, Y.E., Magkos, F., Kellas, Y., Basioukas, K.N., Kavouras, S.A. y Sidossis, L.S., (29 de julio del 2008). High-intensity interval aerobic training reduces hepatic very low-density lipoprotein-triglyceride secretion rate in men. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 295(4): E851-E858.

Valtueña Martínez, S., Arijá Aval, V. y Salas-Salvadó, J., (1996). Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproducibilidad, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. Med Clin (Barc), 106, 624-635.