

Efecto de un programa de ejercicio aeróbico en la composición corporal y somatotipo de un obeso mórbido infantil

***Luis Roberto Monreal-Ortíz¹, Alberto Jiménez-Maldonado², Juan Manuel Rivera Sosa³, Iván Rentería² y Pavel Giap Pérez-Corral⁴**

¹Facultad de Educación Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Sinaloa

²Facultad de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California

³Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua

⁴Instituto Tecnológico de Sonora

Email: Imonreal@uas.edu.mx

RESUMEN:

La obesidad representa un problema de salud que suele iniciarse en la infancia y la adolescencia, por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, derivando en niveles altos de grasa corporal y grados peligrosos de adiposidad relativa. Por tanto, la inactividad física es un factor de riesgo que favorece el sobrepeso y la obesidad. El objetivo fue diseñar y aplicar un programa de ejercicio aeróbico y evaluar su efecto en la composición corporal y somatotipo en un niño con obesidad mórbida. Se abordó como un estudio de caso, con pre-test y post-test, en un niño de 10 años, con peso corporal de 88.9 kg, estatura de 158.5 cm, un IMC clasificado de obeso mórbido, no practicante de algún deporte o actividad física regular. El programa fue de 12 semanas, 5 sesiones por semana y una duración de 30-60 min por sesión y una intensidad del 55-70% de Fcmax. La composición corporal y el somatotipo se obtuvo por mediciones de variables antropométricas. El componente grasa a través de la medición de pliegues. En los resultados destacan la diferencia en el pre-test y pos-test de los pliegues: bíceps (dif. 0.0 mm), tríceps (dif. -1.2 mm), subescapular (dif. -1.0 mm.) y suprailiaco (dif. -3.2 mm). Se encontraron pequeñas diferencias en el componente grasa (dif. -1.05%) y peso grasa (dif. -800 grs). Con respecto a la somaocarta, la distancia de dispersión del somatotipo no mostró valores relevantes. El efecto del programa no alcanzó niveles significativos y el sujeto aún permanece en estado de alto riesgo de salud.

PALABRAS CLAVE: Obesidad, Intervención, Ejercicio físico, IMC

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil constituye un serio problema de salud pública, sorprendentemente difícil de definir (Cole, Bellizzi, Flegal, y Dietz, 2000), pero con consecuencias identificadas, ya que el padecimiento de la obesidad a edades tempranas incrementa el riesgo de aparición de patologías crónicas en la edad adulta como hipertensión, diabetes tipo 2, hiperlipoproteinemia y enfermedades cardiovasculares. La obesidad representa un problema de salud que suele iniciarse en la infancia y la adolescencia, que se establece por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético, derivando en niveles elevados de grasa corporal. La obesidad también es definida como “una enfermedad crónica multifactorial fruto de la interacción entre genotipo y ambiente” (Rubio et al., 2006, p.135).

La obesidad se considera un problema de salud pública a nivel mundial (OMS, 2010). La OMS señala que la prevalencia de obesidad se duplicó en el periodo de 1980 a la fecha (OMS, 2016). Así también lo afirma la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés), donde actualmente México ocupa el segundo lugar a nivel mundial de prevalencia de obesidad (OECD, 2014).

Datos de la ENSANUT del 2012 señalan que la prevalencia de sobrepeso y obesidad para niños entre 5 y 11 años fue de 34.4% (32% niños y 37% niñas), siendo el sedentarismo probablemente una de las principales causas (ENSANUT 2012), es decir, los bajos niveles de actividad física de la población infantil (Romero, Mendonça, Almeida, Almeida, y Camargo, 2010).

Una persona obesa presenta un exceso de grasa, la cual dependiendo la ubicación de esta en el organismo presentara mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Ochoa, Hall, Alarcón, Arráyales, y Sánchez, 2014). Ésta puede estar ubicada en diversas zonas: en el abdomen (androide), en el caso de los hombres; o en la región pélvica (ginecoide) en el caso de las mujeres (Urita, 2007). Otra forma de estimar el grado de obesidad es al conocer el índice cintura-cadera, en el cual el valor mayor a 0.95 en el hombre se relaciona con grandes riesgos de enfermedad y a 0.85 en la mujer indica que la obesidad se relaciona con complicaciones cardiovasculares. El índice cintura-cadera (ICC) es también un buen indicador del perfil glucosa-insulina. Se ha demostrado que el ICC es un excelente predictor antropométrico de morbi-mortalidad por enfermedad coronaria, de accidentes cerebrovasculares de diabetes mellitus tipo 2, en hombres y mujeres, desde edades tempranas (González-Jiménez, Montero-Alonso, y Schmidt-Rio Valle, 2013).

Para abordar de manera sistemática y analítica esta situación se han realizado estudios de la composición corporal, la cual se determina mediante los componentes del cuerpo humano, que son más de 30, clasificados en 5 niveles de complejidad creciente según Wang, Person y Heymsfield (1992, citados por Vallejo, 2002): atómico, molecular, celular, tisular (componente de masa muscular) y corporal total. La suma de los componentes de cada nivel será igual al peso corporal, y este puede variar dependiendo de la hora del día en el cual fue medido, siendo el método más aceptado el que nos indica el manual de la ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

Para conocer la cantidad de grasa corporal que se encuentra en el organismo se necesita identificar la densidad corporal total. Ésta se conoce por medio utilización de fórmulas en las cuales se toman como constantes la densidad de la masa grasa la cual es de 0.9 g/ml, y la densidad de la masa libre de grasa presenta la constante de 1.0643 g/ml. Es factible el uso de otras fórmulas para conocer la densidad corporal como la que

propone Behnke y Wilmore (1970, citado por Norton y Olds, 1996). En esta línea, existen diferentes fórmulas para la estimación del porcentaje de grasa a partir de la densidad corporal: ecuación de Siri, ecuación de Brozek, etc. (Martín, Gómez, y Antoranz, 2001; Sillero, 2004). La utilización de una u otra fórmula dependerá de las características de la población a medir. Para la población infantil se utilizan frecuentemente las ecuaciones de Boileau, Lohman y Slaughter (1985), la cual es aplicada a niños de entre 6 y 11 años. Los autores determinaron el criterio del % GC para esta población utilizando el modelo de componentes múltiples de la composición corporal.

Existen datos que sugieren que los pliegues del tronco (p.ej. subescapular y abdominal) proveen más información en relación a la salud que los órganos apendiculares (e.g., muslo frontal y tríceps) (Abernethy, Olds, Eden, Neill, y Baines, 1996). Por otro lado, los pliegues cutáneos que mayor utilidad han presentado para conocer la grasa corporal en adolescentes son el subescapular (PCSE) y el tricipital (PCT) empleadas en la ecuación de Boileau et al. (1985).

Asociado a la composición corporal se utiliza la antropometría, que permite determinar el somatotipo de cada persona, consistiendo en la determinación cuantitativa de la forma y composición corporal del cuerpo humano en un momento determinado, expresada mediante tres componentes del físico humano: 1) endomorfia (grasa relativa), 2) mesomorfia (desarrollo musculoesquelético en relación a la estatura) y 3) ectomorfia (linealidad relativa) (Segovia, 2015). El método de Heath-Carter es el más utilizado actualmente en distintos estudios e investigaciones de somatotipo (Hall, Ochoa, Borbón, y Monreal, 2013). En dicho método antropométrico en el aspecto numérico se asigna un valor el cual comprende del 1 al 7, en donde en cada componente las clasificaciones comprendidas entre 2 y 2 1/2 son consideradas bajas, de 3 a 5, moderadas de 5 1/2 a 7 altas y de más de 7 1/2 o más, muy altas (Carter, 2002). Los tres numerales describen el físico (forma del cuerpo) como un todo, por la contribución de cada uno.

Los programas de actividad física han mostrado su efectividad para reducir el sobrepeso y la obesidad (Aguilar et al., 2014). Ahora bien, al ejercicio físico lo entendemos como una actividad física que está planificada y estructurada, que es repetitiva y tiene por objeto el mantenimiento o la mejora de uno o más componentes de la forma física (incluyendo el componente grasa). En esta línea, el entrenamiento es un proceso de ejercicio que busca un grado más o menos acentuado de mejora de los objetivos en cada momento (Weineck, 2005). Se considera al entrenamiento como un proceso que origina un cambio de estado físico, motor, cognitivo y afectivo (Martin, 2001).

Específicamente el medio más directo para valorar la capacidad de los niños prepúberes para responder fisiológicamente al entrenamiento de resistencia es la medida de la potencia aeróbica máxima antes y después de un periodo de entrenamiento regular (Rowland, 2007). La utilización de la frecuencia cardiaca máxima para programar la intensidad de la sesión es también de uso común por parte de los profesionales en actividad física y deportes (utilizando la fórmula de Karvonen). Es importante mencionar que la frecuencia cardiaca máxima es mayor en los niños que en adultos disminuyendo progresivamente con la edad después de la adolescencia. En este sentido, los niños menores de 10 años superan los 210 ppm. de frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), mientras que en adultos de 20 años de edad la FCmáx alcanzada es de unos 195 ppm (López, 2006). Para un mayor control de la intensidad, la escala de esfuerzo percibido (RPE) es una herramienta válida para valorar el nivel de esfuerzo físico durante la realización de ejercicio aeróbico continuo (Heyward, 2006). El propósito de este trabajo es intentar establecer el efecto que un programa de ejercicio aerobio de

intensidad moderada pudiese tener en la composición corporal y somatotipo de un niño con obesidad mórbida como medio de mejora de su estado de salud.

2. MÉTODO

2.1. Diseño y muestra

El diseño fue un estudio de caso, con el que se realizó una intervención y medidas pre-test y post-test. El sujeto de estudio fue un niño de género masculino, cuya edad fue de 10 años, el peso corporal de 88.9 kg, presentó una talla de 158.5 cm, no pertenecía a ningún club deportivo o practicaba actividad física regularmente.

2.2. Instrumentos

Se realizaron mediciones antropométricas (perfil completo de la ISAK) para conocer la composición corporal. Fueron tres las evaluaciones aplicadas al sujeto de estudio: evaluación 1: septiembre, evaluación 2: octubre, evaluación 3: noviembre. Se tomaron medidas de 9 panículos, 14 circunferencias, 8 longitudes y 7 diámetros. Las mediciones fueron realizadas por un antropometrista certificado nivel 2 de la ISAK, ello dentro del Error Técnico de Medición aceptado para estos casos por la ISAK. El somatotipo tanto numérico como gráfico se obtuvo utilizando las ecuaciones de Carter y Heath. El componente graso se obtuvo utilizando las ecuaciones de Brook (1971), Siri (1961) y la de Boileau et al. (1985).

Fue necesario la utilización de una cinta Lufkin W606PM flexible steel tape recomendada por la ISAK para medir las circunferencias corporales, un plicómetro Slim-Guide con una compresión de 10g.mm² y división de 0.2 mm para la medición de los pliegues, un segmómetro para medir longitudes segmentarias, un antropómetro Siher-Hegner GPM y una caja antropométrica.

2.3. Procedimiento y programa

En primer lugar, se solicitó autorización para realizar el estudio. El padre y niño firmaron la carta de consentimiento informado, de acuerdo a los lineamientos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013). Posteriormente, se tomaron las primeras medidas y se comenzó con el programa de ejercicio físico aeróbico.

La duración del programa de ejercicio aeróbico fue de 12 semanas. Durante las primeras tres la duración de la sesión fue de 30 minutos efectivos a una intensidad del 60% de la Fcmáx. (calculada con la fórmula de Karvonen). En la semana 4, la intensidad aumentó al 65%, la semana 5, la intensidad se redujo al 55% y en la semana 6 nuevamente se incrementó al 60% de la Fcmáx. La duración de la sesión se mantuvo constante, hasta la semana 6. En las siguientes 2 semanas se incrementó tanto la duración como la intensidad de la sesión. Haciendo alusión a la primera variable, fueron 35 minutos siendo todos estos efectivos. La intensidad representaba el 65% de la Fcmáx. Las 2 semanas subsecuentes la duración de la sesión incrementó 5 minutos, la intensidad aumento solo en la semana 9 al 70% y en la semana 10 disminuyo al 60%, manteniéndose ésta hasta el final del programa. Las últimas 2 semanas se incrementó la duración de la sesión a 60 minutos. La intensidad de la sesión fue controlada por medio de un pulsómetro, que era colocado por el sujeto de estudio en la parte tórax a la altura del apéndice xifoides antes de iniciar la sesión de ejercicio. La escala de Borg de igual manera se utilizaba para el control de la intensidad. En todo momento debía existir una relación entre la FC captada por el pulsómetro y la escala de esfuerzo. En ésta

última el sujeto de estudio, debía ubicarse entre los numerales 13-15. La frecuencia cardíaca y la percepción de esfuerzo eran tomadas simultáneamente cada 3 minutos.

La sesión de entrenamiento fue dividida en tres partes. En la primera parte, se realizaban ejercicios de calentamiento estos eran principalmente de flexibilidad, tenía una duración de no más de 10 minutos. La parte segunda tenía como contenido la ejecución de ejercicios aeróbicos, estos consistían primeramente en pedalear en la bicicleta estacionaria durante los primeros 10 minutos, el siguiente ejercicio era caminata en el tapiz rodante, con la misma duración que el ejercicio precedente. Por último, el sujeto utilizaba una elíptica durante un tiempo igual a los dos anteriores (10 min). En la tercera y última parte se ejecutaban ejercicios ligeros para volver para facilitar la recuperación siendo estos idénticos a los de la parte inicial.

La división de la sesión fue constante, el tiempo de duración de la primera y tercera parte no varió. La parte media fue la que presentó modificaciones en el tiempo de duración, esta dependía de lo marcado por el programa. En algunos casos solamente se utilizó el tapiz rodante, ya que con la bicicleta estacionaria y la elíptica se producía fatiga periférica que impedía mantener la intensidad durante el tiempo programado.

La frecuencia cardíaca tomada durante el desarrollo de la sesión se insertaba en un archivo de Microsoft Office Excel 2007, diseñado por el investigador, que permitía conocer el VO_2 relativo ($ml/kg/min^{-1}$) y el gasto energético ($Kcal.min^{-1}$) de la sesión.

3. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las medidas de los pliegues utilizados para conocer la densidad corporal en población menor a 11 años, a través de la ecuación de Brook (1971). Se puede observar una reducción en los últimos tres pliegues; aunque no en el primero (pliegue del bíceps), ya que se observa una igualdad en los resultados de las dos evaluaciones.

Tabla 1. Medida de los pliegues obtenidos al aplicar evaluación antropométrica.

Medición	Pliegue del bíceps	Pliegue del tríceps	Pliegue subescapular	Pliegue suprailíaco
1 (Pre-test)	10.00	22.70	27.00	27.20
2 (Post-test)	10.00	21.50	26.00	24.00

En la Figura 1, se observa la diferencia que se presentó en las evaluaciones antropométricas 1 y 2 de los 4 pliegues utilizados para conocer la densidad corporal en menores de 11 años (Brook, 1971). El pliegue suprailíaco presenta la mayor disminución en su dimensión entre la primera y la segunda evaluación, el pliegue del bíceps mantiene el mismo resultado en las dos evaluaciones antropométricas.

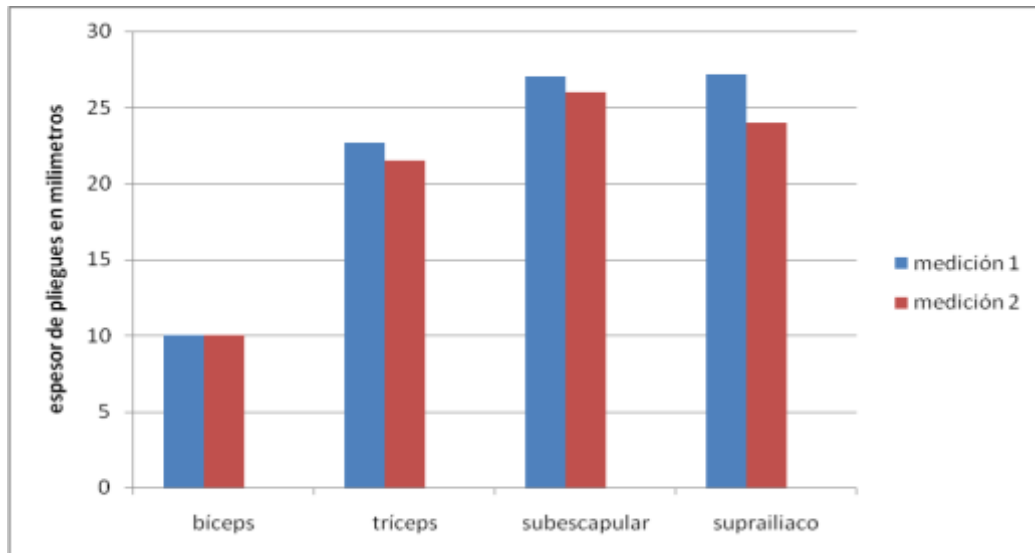


Figura 1. Modificación del grosor de los 4 pliegues (en las dos mediciones)

La Tabla 2 muestra los cambios en el porcentaje de grasa corporal. Las diferencias en los valores mostrados por el sujeto estudiado son mínimas. En términos absolutos es de 1.05%. Este porcentaje es equivalente a 800 grs. de grasa, al conocer la disimilitud entre valores podemos afirmar que la reducción del componente graso se presenta.

Tabla 2. Pre-test y post-test del componente graso a partir de la ecuación de Siri

Medición	% de grasa	Peso graso (kg)
1 (Pre-test)	37.1	32.8
2 (Post-test)	36.05	32

A continuación se advierte una discrepancia en la sumatoria de los pliegues cutáneos del tríceps y subescapular, los cuales son utilizados en la ecuación de Boileau et al. (1985) para conocer el % de grasa corporal en niños con edades de 6-11 años. El sujeto presenta diferencia de 2.2 mm. entre la medición 1 y 2.

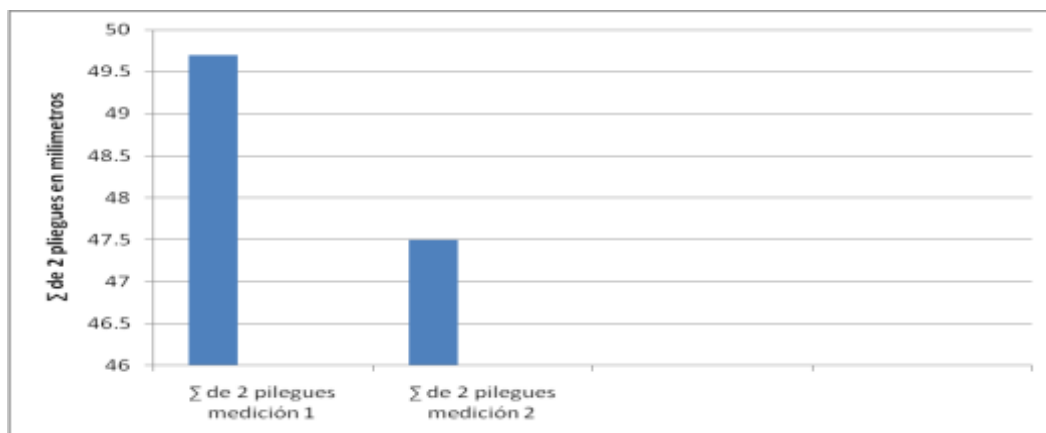


Figura 2. Σ De pliegues cutáneos del tríceps y subescapular según ecuación de Boileau

De acuerdo a la misma ecuación, podemos observar en la Tabla 3 una disminución el componente graso, después de aplicar el programa de ejercicio aeróbico, el valor fue de 0.4% respecto al valor inicial.

Tabla 3. Datos del pre-test y post-test del porcentaje de masa grasa y peso graso.

Medición	% masa grasa	Peso graso (kg)
Pre-test (1)	34.05	30.16
Post-test (2)	33.65	29.91

Respecto al gradiente en los resultados después de medir la circunferencia de la cintura mínima y cadera máxima, destaca que la diferencia en los resultados obtenidos en las dos mediciones solamente se observa en los de la cintura mínima (ver Figura 3). En las caderas máxima se mantiene el mismo valor, siendo este de 109.10 cm.

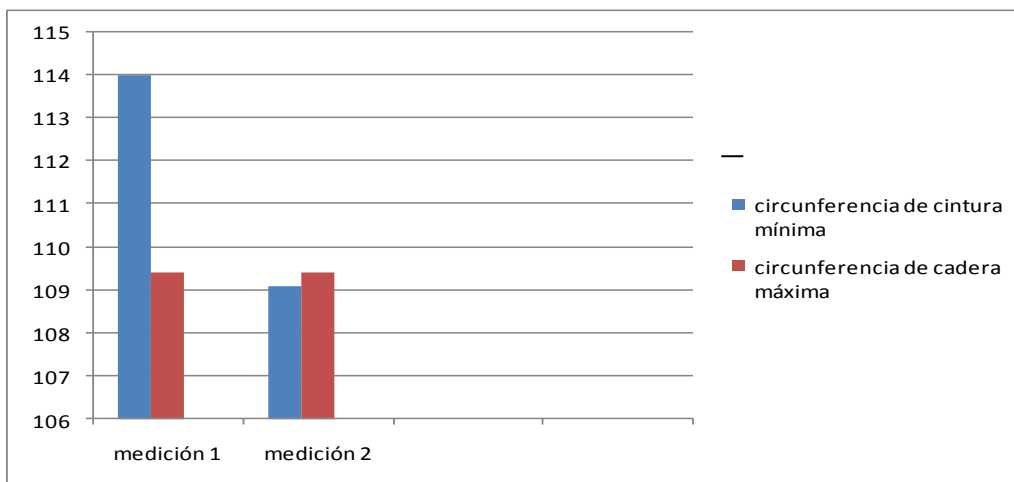


Figura 3. Resultados del pre-test y post-test del cociente cintura cadera

El índice cintura-cadera también presenta modificaciones aunque con tendencia hacia la disminución del valor del cociente. Se observa la diferencia en los valores del índice cintura-cadera obtenidos en las evaluaciones respectivas. En la Figura 4, se muestra que el cambio entre una medición y otra es mínimo, ese cambio es con tendencia hacia la reducción del valor del cociente C-C.

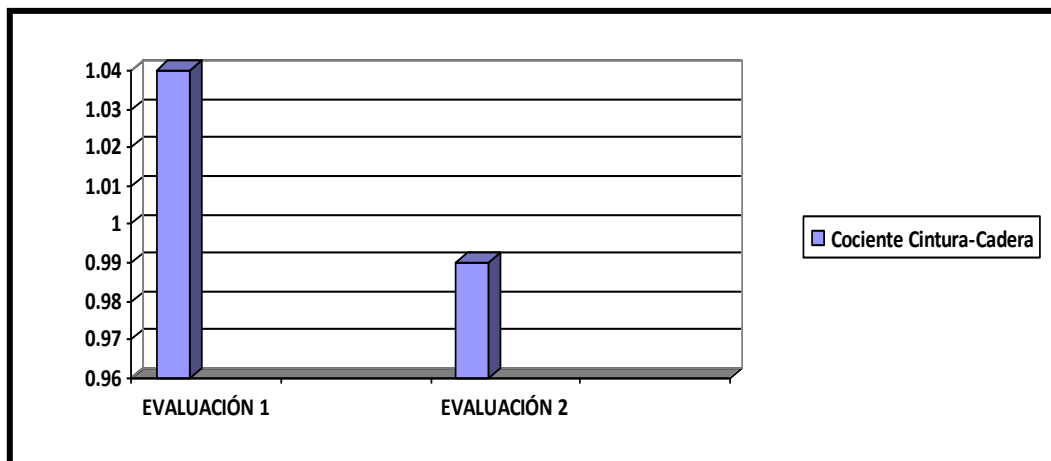


Figura 4. Relación del cociente cintura-cadera

En la Tabla 4, se muestran los valores numéricos de los componentes del somatotipo. Podemos apreciar que el componente ectomorfo y endomorfo no se alteraron al realizar la comparación en entre las dos mediciones. El endomorfo mostró una disminución de 0.4.

Tabla 4. Valores del pre-test y post-test de los componentes del somatotipo y coordenadas

Medición	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo	Coordenada X	Coordenada Y
1	7.4	8.2	0.1	-7.3	8.9
2	7.0	8.2	0.1	-6.9	9.3

La Figura 5 muestra la ubicación del sujeto de estudio en la somatocarta, después de aplicar las evaluaciones antropométricas. Se puede observar que la distancia de dispersión del somatotipo no mostró valores relevantes (fue <2); encontrando un valor de SDD= 0.8, por lo que el desplazamiento del somatopunto hacia el componente mesomorfo no fue significativo.

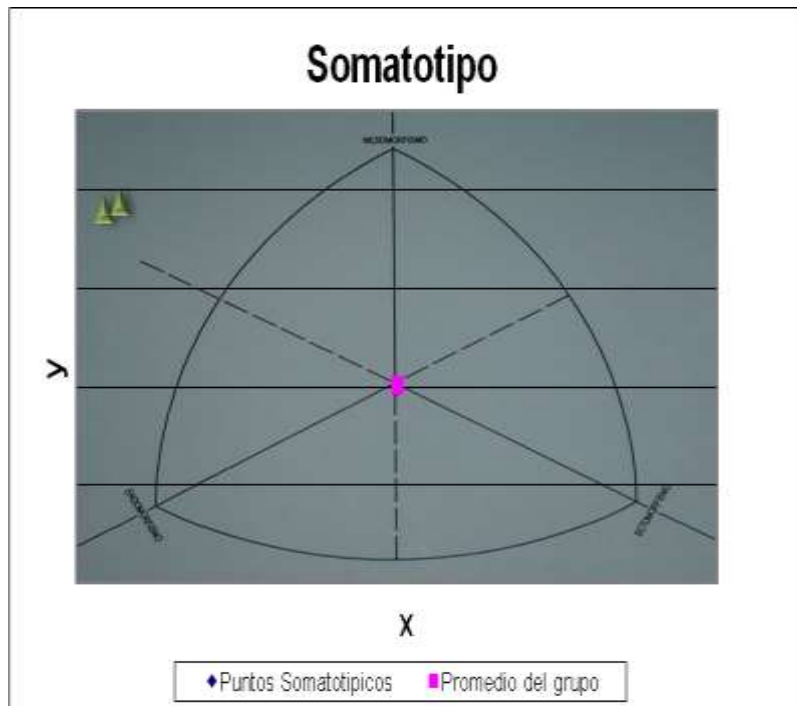


Figura 5. Ubicación del sujeto en la somatocarta, antes y después del programa

4. DISCUSIÓN

La investigación estudió qué impacto presenta el ejercicio aeróbico en la modificación de somatotipo y la reducción del componente grasa. Respecto a este último, se observa una reducción después de la aplicación del programa de ejercicio aeróbico. Con la ecuación de Siri (1961) se aprecia un valor mayor en la disminución del componente grasa; el valor obtenido por esta ecuación es de 1.05%, que representa a 800 g de grasa. Sin embargo, con la ecuación de Boileau et al. (1985), la cual es

específica para población de entre 6-11 años de edad (rango en el que entra el sujeto de estudio), la reducción de grasa es menor, ya que se observa solamente 0.4% de diferencia entre el primer y el segundo valor. Este porcentaje en términos absolutos equivale a 250 grs. de grasa. Podemos ver que en ambas ecuaciones se presenta disminución del componente graso; sin embargo, el sujeto de estudio presenta niveles de grasa por encima del 30% del peso total. El valor que exhibe el sujeto de estudio sobrepasa por mucho los propuestos por Lohman (1992), quien recomienda valores de entre el 10% y el 20% para chicos de entre 6 a 17 años.

La circunferencia de la cintura mínima mostró una reducción de 4 cm respecto al valor inicial. Esto podía interpretarse como una reducción de grasa abdominal, específicamente la intra-abdominal o visceral con el ejercicio (Kamel, McNeill, y Van Wijk, 2001). El cociente cintura-cadera de igual manera que el componente graso manifiesta una reducción con respecto al valor inicial. Esta reducción en los valores del cociente C-C no cobra gran relevancia, ya que el sujeto de estudio aún se encuentra en parámetros de riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles. Se debe señalar que la duración del programa de ejercicio aeróbico fue corto (12 semanas), por lo que es probable que si el programa de ejercicio aeróbico tuviese mayor duración el valor del índice C-C hubiese sido menor a 0.95, el cual es un parámetro recomendable. Por otro lado, sería interesante combinar el ejercicio aeróbico con otros ejercicios anaeróbicos, así como controlar la dieta y contar con la colaboración de la familia, ya que esa combinación muestra una mayor efectividad en los resultados (Aguilar et al., 2014).

En referencia al somatotipo, al utilizar el método numérico de Heath-Carter (Carter, 2002) el componente endomorfo es el único que presenta alteraciones. Al realizar la comparación de resultados entre las dos mediciones, esta modificación observada presenta una tendencia hacia una disminución. Sin embargo, en ambos casos se presenta un valor no menor de 7, representando: extremadamente alta adiposidad relativa; muy abundante grasa subcutánea y grandes cantidades de grasa corporal en el tronco. El componente mesomorfo permanece estable, presentado un valor de 8 en ambas mediciones.

El somatopunto se desplaza ligeramente hacia el componente mesomórfico. Este resultado es debido a la disminución del componente graso y no necesariamente a un aumento de la masa muscular. La aseveración que se hace respecto a la disminución del componente graso es en base al método de trabajo utilizado, pues las características que presenta caracteriza lo que llamamos área funcional subaeróbico, siendo el mismo que utiliza principalmente a los ácidos grasos como principal combustible (Kaufer-Horwitz y Toussaint, 2008). La afirmación que se hace acerca de que el sujeto de estudio no presenta un aumento de la masa muscular, es con el consentimiento de no haber diseñado un programa de musculación o de fuerza que es un potente estímulo para incrementar la masa muscular.

El desplazamiento del somatopunto se presenta, -por mínimo que este sea-, posiblemente al igual que el cociente C-C. La modificación de los valores son mínimos, ello es atribuible a la corta duración del programa y la alimentación que es una variable que presenta gran influencia en somatotipo. Esta variable no se controló en el presente estudio. Podemos suponer que de haberla controlado y diseñado un programa de musculación especialmente de resistencia muscular, el somatopunto se encontraría al final del programa en el área de la mesomorfia.

Respecto al componente muscular, principal indicador del componente mesomorfo, es recomendable realizar, ejercicios de mayor intensidad y/o exigencia muscular. Comúnmente estos son acíclicos y de cadena cinemática abierta. La

justificación para proponer un trabajo de fuerza que conlleva a un aumento de la masa muscular es que ésta incrementa el gasto metabólico basal permitiendo un mantenimiento de peso. El mantenimiento de peso en la edad infantil es muy importante, ya que el niño se encuentra aún en periodo de crecimiento. Su talla aumentará y esto dará un IMC menor, siendo este un parámetro que nos indica el grado de obesidad del sujeto, por lo cual cuanto más bajo sea éste menos grado de sobrepeso u obesidad presentará el sujeto de acuerdo al IMC.

5. CONCLUSIONES

La práctica de ejercicio aerobio con una frecuencia de 5 días a la semana cuya duración oscila entre 30'-60' permite reducir los niveles de grasa corporal específicamente la grasa intra-abdominal. Ello se puede comprobar al observar el gradiente en las mediciones de cintura mínima en el pre-test y en el post-test, que está asociada con el padecimiento de enfermedades crónicas degenerativas y más concretamente con enfermedades cardiovasculares (Aguilar et al., 2014).

El componente endomorfo obtenido por el método numérico presentó variaciones en sus valores, tendiendo éstos a la reducción. Sin embargo, no se observaron variaciones en el somatotipo pues los valores del SDD son menores de 2, lo cual se interpreta con la no modificación del somatotipo.

Es oportuno señalar que el peso corporal total se mantuvo sin variaciones. Este dato da lugar a señalar que el componente graso disminuye para dar paso a un incremento de la masa muscular, sin embargo esta no fue controlada. Del mismo modo se cree que de haber controlado el patrón alimenticio del sujeto de estudio y aplicado un plan de ejercicios de resistencia muscular, los resultados podrían ser los esperados en el trabajo.

Por último, se debería tener en cuenta que el contenido del programa de ejercicio físico aeróbico puede ser aún más funcional si aplicamos de manera paralela uno de resistencia muscular. En este caso como el sujeto de estudio presenta obesidad, sería mejor utilizar algunos implementos para la ejecución de este programa. Tales implementos pueden ser mancuernas de diferente peso, siendo éstas no mayor a 5 libras (lb) en la ejecución de los ejercicios con estos implementos. Debemos poner una atención especial a la técnica del movimiento y evitar movimientos anormales o contraindicados. Por otra parte, la duración del programa si bien no es corto, no presenta un tiempo suficiente para poder observar modificaciones en las variables mucho más evidentes, que permitan demostrar los planteamientos teóricos en su totalidad. Es menester realizar este tipo de trabajos o que presenten cierta similitud con una muestra más grande, para poder homogeneizar y contar con un protocolo de ejercitación física que permita mejoras en la composición corporal y reducción en la susceptibilidad de padecer enfermedades crónicas no transmisibles, que algunos autores han denominado síndrome metabólico (e.g., Lizarzaburu, 2013). La mayoría de las veces se utilizan para los niños programas de ejercicio "reducidos" de adultos, que de entrada no causarán los efectos deseados y, si lo hacen, pueden conllevar efectos secundarios no beneficiosos para la salud y por ende a la calidad de vida de los infantes.

6. REFERENCIAS

- Abernethy, P., Olds, T., Eden, B., Neill, M., y Baines, L. (1996). Antropometría, salud y composición corporal. En K. Norton y T Olds, *Antropométrica* (pp. 245-262). Rosario, Argentina: Biosystem Servicio Educativo.
- Aguilar, M. J., Ortegón, A., Mur, N., Sánchez, J. C., García, J. J., García, I., y Sánchez, A. M. (2014). Programas de actividad física para reducir sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes: revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 30(4), 727-740. DOI: [10.3305/nh.2014.30.4.7680](https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.4.7680)
- Asociación Médica Mundial (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de <http://www.wma.net/es/30publications/10policias/b3/>
- Boileau, R. A., Lohman, T. G., y Slaughter, M. H. (1985). Exercise and body composition in children and youth. *Scan J Sports Sci*, 7, 17-27.
- Carter, J. (2002). *The Heath-Carter anthropometric somatotype. Instruction Manual*. Recuperado: 26/05/2016 de <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, C. M., y Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*, 320, 1240-1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
- ENSANUT (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales*. México: Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- González-Jiménez, E., Montero-Alonso, M. Á., y Schmidt-Rio Valle, J. (2013). Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 1993-1998. DOI: [10.3305/nh.2013.28.6.6653](https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.6.6653)
- Hall, J. A., Ochoa, P. Y., Borbón, J. C., y Monreal, L. R. (2013). Prevalencia de Porcentaje de Grasa Corporal, Obesidad Adominal y Estado Nutricional en una Escuela Primaria de Mexicali Baja California México. *International Journal of Morphology*, 31(4), 1269-1275. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022013000400020>
- Heyward, V. H. (2006). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Kamel, E. G., McNeill, G., y Van Wijk, M. C. (2001). Change in intra-abdominal adipose tissue volume during weight loss in obese men and women: correlation between magnetic resonance imaging and anthropometric measurements. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 24(5), 607-620.
- Kaufer-Horwitz, M., y Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65(6), 502-518.
- Lohman, T. (1992). *Advances in body composition assessment. Current issues in exercise science. Monograph nº 3*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- López, L. M. (2006). Obesidad y Ejercicio. En J. L. López-Chicharro y A. Fernández, *Fisiología del ejercicio* (pp. 921-935). Barcelona: Paidotribo.
- Lizarzaburu, J. C. (2013). Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *Anales de la Facultad de Medicina*, 74(4), 315-320.

- Martín, D. C. (2001). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Martín, V., Gómez, J. B., y Antoranz, M. J. (2001). Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Rev Esp Salud Pública*, 75, 221-236.
- Norton, K., y Olds, T. (1996). *Antropométrica*. Rosario, Argentina: Biosystem Servicio Educativo.
- Ochoa, P. Y., Hall, J. A., Alarcón, E. I., Arráyales, E. M., y Sánchez, R. (2014). Somatotype profile and body composition of players from the Mexican professional basketball league. *International Journal of Morphology*, 32(3), 1032-1035. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000300046>
- OECD (2014). *Obesity Update*. Recuperado de <http://www.oecd.org/health/Obesity-Update-2014.pdf>
- OMS (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf
- OMS (2016). *Obesidad y sobrepeso*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Romero, I., Mendonça, M. A., Almeida, R. D., Almeida, B., y Camargo, A. C. (2010). Actividad física, horas de presencia frente a la tv y composición corporal en niños y adolescentes. *Arq Bras Cardiol*, 95(2), 159-165.
- Rowland, T. (2007). Reacciones aeróbicas al entrenamiento físico en niños. En R. J. Shephard, *La Resistencia en el deporte* (pp. 407-417). Barcelona: Paidotribo.
- Rubio, M. A., Salas-Salvadó, J., Barbany, M., Moreno, B., Aranceta, J., Bellido, D., ... y Vidal, J. (2006). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Rev Esp Obes*, 5(3), 135-175.
- Segovia, F. (2015). *La formación de formadores antropométristas en América Latina*. Ensenada, Argentina: 11º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias, 28 de septiembre al 10 de octubre de 2015. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.7280/ev.7280.pdf
- Sillero, Q. (2004). *Teoría de kineantropometría*. Madrid: INEF. Recuperado de http://ocw.upm.es/educacion-fisica-y-deportiva/kinantropometria/contenidos/TEORIA_KINANTROPOMETRIA_2005-06.pdf
- Urita, O. (2007). *Antropometría y Salud. Trabajo presentado en el VII Curso de Certificación Internacional de Antropometría ISAK Nivel 1 y 2*. 28 de septiembre, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Vallejo, L. (2002). *Desarrollo de la condición física y sus efectos sobre el rendimiento físico y la composición corporal en niños futbolistas*. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-0621104-195625/lvc1de6.pdf>
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.