

## Control y evaluación antropométrica del deportista: una revisión narrativa Anthropometric control and evaluation of athlete: a narrative review

Juan Antonio Jiménez-Alvarado<sup>1</sup>, Juan Ricardo López-Taylor<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Doctor en Cultura Física, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. <https://orcid.org/0000-0003-2190-0262>, [kinantropometria@gmail.com](mailto:kinantropometria@gmail.com).

<sup>2</sup>Doctor en Cultura Física, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. <https://orcid.org/000-0002-1775-7937>, [taylor@cucs.udg.mx](mailto:taylor@cucs.udg.mx)

---

### RESUMEN

El desarrollo sistemático del proceso de control y evaluación antropométrica permite un diagnóstico detallado sobre las necesidades específicas de los deportistas en función de su deporte y posición. Por ello, se le propone el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el estado actual del proceso de control y evaluación antropométrica del deportista? Para dar respuesta a la pregunta de investigación este artículo tiene por objetivo general: realizar una revisión narrativa del estado actual del proceso de control y evaluación antropométrica del deportista. Se utilizaron los métodos científicos análisis documental, analítico-sintético e inductivo-deductivo para sistematizar la información científico-técnica actual en la temática. Se concluye que es necesario contemplar las limitaciones propias del método de medición empleado, así como sus fortalezas. Se propone integrar aspectos como el tamaño, la composición corporal, la forma y la proporcionalidad del deportista y con ello acompañarlo en el proceso de entrenamiento, hasta la competencia.

**Palabras clave:** control y evaluación antropométrica; deportista; revisión narrativa

### ABSTRACT

The systematic development of the anthropometric control and evaluation process allows a detailed diagnosis of the specific needs of athletes based on their sport and position. Therefore, the following research problem is proposed: What is the current state of the athlete's anthropometric control and evaluation process? In order to answer the research question, this article has the general objective of: conducting a narrative review of the current state of the athlete's anthropometric control and evaluation process. The scientific methods of documentary analysis, analytical-synthetic and inductive-deductive analysis were used to systematize the current scientific-technical information on the subject. It is concluded that it is necessary to consider the limitations of the measurement method used, as well as its strengths. It is proposed to integrate aspects such as size, body composition, shape and proportionality of the athlete and thus accompany him/her in the training process, up to the competition.

**Keywords:** anthropometric control and evaluation; athlete; narrative review

## INTRODUCCIÓN

El proceso de control y evaluación antropométrica del deportista es una función de dirección esencial en el sistema de preparación del deportista. La antropometría deportiva permite analizar variables físicas como el peso, la altura, el porcentaje de grasa corporal, la masa muscular y otras características morfológicas del cuerpo humano, que son fundamentales para evaluar el rendimiento y la salud del deportista (Giampietro et al., 2011). Este tipo de evaluación no solo ayuda a los entrenadores y médicos deportivos a realizar un seguimiento preciso del estado físico del deportista, sino que también contribuye al diseño de programas de entrenamiento más eficientes y personalizados (Santos et al., 2014).

La importancia del control y las evaluaciones antropométricas, según Cullen et al. (2020), radica en su capacidad para ofrecer un diagnóstico detallado sobre las necesidades específicas de los atletas en función de su deporte y posición. Diferentes estudios han mostrado que los perfiles antropométricos varían ampliamente entre deportistas de élite según el tipo de deporte practicado, lo que refleja las demandas específicas de cada disciplina. Cullen et al. (2020), revelaron que, en deportes como el Boxeo o la Natación, las variaciones en los pliegues cutáneos y las circunferencias musculares pueden influir directamente en el rendimiento, sugiriendo la necesidad de contar con rangos normativos específicos para cada deporte

Otro aspecto relevante es que se ha demostrado, según Kotko et al. (2021), que los parámetros antropométricos, como el índice de Quetelet y la cantidad relativa de masa muscular, sufren variaciones importantes en los diferentes estadios del entrenamiento deportivo. Kotko et al. (2021) también plantean que estos cambios no solo reflejan las adaptaciones fisiológicas al ejercicio, sino que también permiten identificar a los atletas más prometedores en función de su desarrollo físico y su capacidad para alcanzar mayores logros deportivos.

Además, la antropometría ofrece una vía para estudiar los efectos de la actividad física sobre la estructura corporal en diferentes momentos del ciclo de entrenamiento. Investigadores como Giampietro et al. (2011), han subrayado que el cuerpo de los deportistas rara vez alcanza un estado fisiológico "estacionario", debido a las fluctuaciones en los niveles de hidratación, la composición muscular y el tejido adiposo durante las distintas fases de preparación y descanso. Este dinamismo impone la necesidad de evaluaciones frecuentes para ajustar los programas de entrenamiento y prevenir posibles desequilibrios que afecten el rendimiento.

En conclusión, el proceso de control y evaluación antropométrica es una herramienta esencial para optimizar el rendimiento deportivo y garantizar el bienestar físico de los deportistas. La correcta aplicación de estas mediciones permite una planificación de entrenamientos más eficaz y un seguimiento más preciso de los progresos y adaptaciones fisiológicas y contribuye al alcance de la mejor forma deportiva de los deportistas. Sin embargo, no siempre se le otorga la importancia debida, sobre todo por la falta de optimización de los valores que nos puede otorgar su uso, subestimando así su utilidad.

Lo planteado anteriormente revela la necesidad de atender el siguiente **problema de investigación**: ¿Cuál es el estado actual del proceso de control y evaluación antropométrica del deportista? Para dar respuesta a la pregunta de investigación este artículo tiene por **objetivo general**: realizar una revisión narrativa del estado actual del proceso de control y evaluación antropométrica del deportista.

Todo ello, para aportar una visión teórico-metodológica más global de la antropometría y dar a conocer la utilidad que tiene el contemplar los valores de tamaño, composición, forma y proporción logrando así extraer toda la riqueza que puede darnos la antropometría en el contexto actual de la preparación del deportista.

En el desarrollo de la investigación teórica-documental se utilizaron los métodos científicos análisis documental, analítico-sintético e inductivo-deductivo para sistematizar la información científico-técnica actual en la temática.

## **DESARROLLO**

En una medición antropométrica existe la posibilidad de cometer errores. De ahí que se deba tener siempre en cuenta el uso del Error Técnico de Medición (ETM) para el control de los cambios morfológicos en el deportista. Por lo tanto, se deben controlar en la medida de lo posible, los sesgos al medir. Estos pueden ser provocados por los siguientes factores:

- ❖ **Cambios biológicos**: Los cuales se pueden minimizar al medir a los sujetos en circunstancias similares durante el seguimiento, evitando aquello que afecte el resultado, como el periodo menstrual, el estado de hidratación, la actividad física extenuante, la hora del día, entre otros.

- ❖ Equipo de medición: Estos errores se pueden controlar usando instrumentos que cuenten con las características idóneas para la medición antropométrica y calibrándolos periódicamente.
- ❖ Técnica antropométrica: Ésta se puede mejorar con el entrenamiento. Sin embargo, aún una persona bien entrenada puede tener sesgos al medir. Debido a esto, es importante conocer nuestro Error Técnico de Medición.

Se plantea que el ETM se puede definir como la desviación estándar de medidas repetidas tomadas independientemente unas de otras por uno o varios antropometristas (Pederson, 1996). El ETM nos permite determinar nuestra consistencia al realizar una medición y con ello comprobar, si los cambios de las variables antropométricas son reales o son resultados del error al medir.

Durante el seguimiento antropométrico en los deportistas, es necesario contemplar los cambios de cada una de las variables medidas durante el periodo de entrenamiento y la competencia, por lo tanto, resulta relevante contemplar el ETM de todas y cada una de las variables. Podemos distinguir dos tipos de ETM, el intra-evaluador, el cual es el análisis de mediciones repetidas por un solo evaluador (Precisión) y el inter-evaluador que es el análisis de mediciones repetidas entre dos evaluadores (Exactitud).

Cabe destacar, que el ETM deberá obtenerse de cada variable antropométrica y será diferente en cada antropométrista. Por lo tanto, cuando realizamos el cálculo intra-evaluador se deben usar datos de evaluaciones realizadas previamente (medición y duplicado), con el objetivo de conocer nuestra consistencia al medir, obteniendo así la desviación estándar de cada una de las variables, lo cual nos permitirá evaluar los cambios en el tamaño de las dimensiones morfológicas de los deportistas.

Por otro lado, cuando hacemos el cálculo inter-evaluador tomamos los datos de mediciones realizadas por dos antropometristas, los cuales miden a los mismos sujetos en el mismo momento. Con ello se conocerá el error estándar que existe entre los antropométristas, pudiendo evaluar los cambios morfológicos del deportista en diferentes momentos, independientemente de quien realice la medición.

Para obtener el ETM se deberá aplicar la siguiente ecuación:

$$ETM = \frac{\overline{Sdif^2}}{2n}$$

Donde:  $Sdif^2$  = Suma del cuadrado de las diferencias  
 n= número de sujetos medidos.

A continuación, se muestra el cálculo del ETM intra-evaluador de la variable del pliegue cutáneo del tríceps, determinándolo con los valores de 5 sujetos.

**Tabla 1**

*Ejemplo de cálculo de ETM de un pliegue cutáneo.*

Pliegue cutáneo del Tríceps (mm)				
Sujeto	Medición	Duplicado	Diferencia	Dif <sup>2</sup>
1	10.0	9.0	-1.0	1.0
2	9.0	10.0	1.0	1.0
3	2.0	2.5	0.5	0.25
4	20.0	18.5	-1.5	2.25
5	15.0	14.5	-0.5	0.25
<b>Suma del cuadrado de las diferencias</b>				<b>4.8</b>

$$ETM = \frac{\overline{4.8}}{2 \cdot 5}$$

$$ETM = \frac{\overline{4.8}}{10}$$

$$ETM = \sqrt{0.48}$$

$$ETM = 0.69$$

El valor del ETM (desviación estándar) se debe usar como referencia para medir los cambios de la variable antropométrica de nuestro interés. En el ejemplo que nos ocupa, la desviación estándar o sesgo del evaluador, al medir el pliegue cutáneo del tríceps, es de 0.69 mm. Este valor nos permitirá saber si los cambios presentados en dicho pliegue son reales y/o significativos entre una medición y otra.

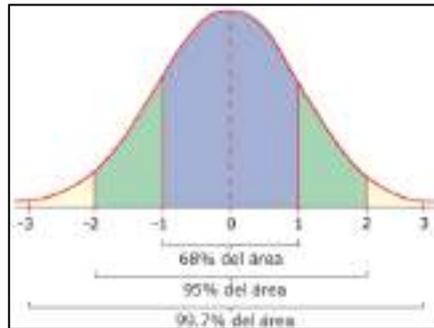
Considerando el ETM se pueden evaluar los cambios en el tamaño de las variables antropométricas mediante los intervalos de confianza, consideramos los siguientes supuestos:

- ❖  $\pm 1$  ETM límite de confianza del 68%.
- ❖  $\pm 2$  ETM límite de confianza del 95%.

El gráfico representado en la figura 1 es una representación de la curva de distribución normal, también conocida como curva de Gauss o campana de Gauss. Esta curva como se observa es simétrica, centrada en la media, y muestra cómo los datos se distribuyen alrededor de un valor promedio.

**Figura 1**

*Gráfico de curva de Gauss o campana de Gauss de la medición antropométrica.*



El gráfico representado en la figura 1 es una representación de la curva de distribución normal, también conocida como curva de Gauss o campana de Gauss. Esta curva como se observa es simétrica, centrada en la media, y muestra cómo los datos se distribuyen alrededor de un valor promedio.

Para explicar el gráfico en el contexto del **Error Técnico de Medición (ETM)** y los intervalos de confianza, utilizamos las siguientes ideas:

### 1. Distribución normal:

- ❖ En una distribución normal, aproximadamente el **68%** de los datos se encuentra dentro de **1 desviación estándar** de la media, tanto por encima como por debajo. Esto se puede asociar con un **+1 ETM**, lo que sugiere que, si la variación de una medición antropométrica está dentro de este rango, hay un **68% de confianza** de que esa variación se debe al error técnico de medición y no a un cambio real en la variable medida.
- ❖ El **95%** de los datos se encuentra dentro de **2 desviaciones estándar** de la media, es decir, **+2 ETM**. Esto indica que, si una medición está dentro de este rango, existe un **95% de confianza** de que la variación está relacionada con el error técnico de medición.
- ❖ El **99.7%** de los datos se encuentra dentro de **3 desviaciones estándar**. Esto representa una variación extremadamente rara y fuera de lo esperado por error técnico.

### 2. Aplicación del ETM en mediciones antropométricas:

- ❖ En la evaluación de variables antropométricas, el **ETM** nos ayuda a determinar si los cambios observados en las mediciones de los sujetos son estadísticamente significativos o simplemente pueden deberse a errores de medición.

- ❖ Si el cambio en una medición se encuentra dentro del **+1 ETM**, se considera que es un cambio pequeño y probablemente debido al error de medición, por lo tanto, no sería significativo.
- ❖ Si el cambio está dentro del **+2 ETM**, tenemos un 95% de confianza de que el cambio es lo suficientemente grande como para ser considerado real y no simplemente un error técnico.
- ❖ Los cambios más allá de **+3 ETM** serían extremadamente raros y casi con certeza representarían cambios reales en la medición antropométrica.

En resumen, el gráfico de la figura 1 muestra cómo interpretar los cambios en las variables antropométricas respecto a los intervalos de confianza basados en el ETM, donde cuanto mayor es el intervalo, mayor es la probabilidad de que los cambios observados no sean producto del error técnico de medición, sino de cambios reales en el tamaño de las variables.

A continuación, se muestra un ejemplo donde encontraremos los tres supuestos antes expuestos:

**Tabla 2**

*Ejemplo de tratamiento de un seguimiento antropométrico en un pliegue cutáneo usando el ETM.*

<b>Pliegue cutáneo del tríceps (mm)</b>			
		ETM = 0.69 mm	ETM * 2 = 1.38 mm
<b>15 de enero</b>	<b>20 de mayo</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Diagnóstico</b>
20.0	19.5	- 0.5	No existe cambio, ya a que la diferencia no supera una desviación estándar.
20.0	19.0	- 1.0	Si existe cambio, pero la diferencia no es significativa, ya que sólo difiere más de 1 desviación estándar (68% de confianza)
20.0	18.5	- 1.5	Sí existe cambio y es significativo, ya que la diferencia supera 2 desviaciones estándar. (95% de confianza)

Nota: Para que las diferencias sean reales, deben superar una vez la desviación estándar (68% de confianza). Para que las diferencias sean significativas deben superar dos veces la desviación estándar. (95% de confianza).

Por lo antes expuesto, durante la evaluación y control antropométrico del deportista, se debe contemplar el ETM para analizar los cambios antropométricos presentados por el atleta en distintos momentos de su preparación. En este sentido, se deben contemplar los casos donde sólo hay una persona que realiza el seguimiento antropométrico o los casos donde existe un equipo de antropometristas que realiza dicho seguimiento. En cualquier de ellos el ETM es un elemento importante para el control antropométrico. Cuando el deportista es medido por un solo antropometrista debemos contemplar los valores del ETM intra-evaluador, mientras que cuando

el deportista es medido por dos antropometristas diferentes, se debe contemplar el ETM inter-evaluador.

Finalmente, el ETM puede cambiar, es decir, a mayor experiencia y práctica en la medición, el error disminuye, ya sea intra o inter evaluador. Por esta razón, es de suma importancia realizar ejercicios para el cálculo de éste de manera periódica, en el sentido de ofrecer un mejor control antropométrico del deportista.

### **Propuestas matemáticas para la estimación de la composición corporal en el deportista.**

La medición de la composición corporal es uno de los elementos principales en la evaluación y control antropométrico de los deportistas, sin embargo, la obtención de este valor es sumamente complicada debido a la existencia de diferentes métodos para su estimación, y a que cada uno de ellos parte de diferentes argumentos. Por lo tanto, para facilitar el estudio de la composición corporal es necesario organizarlo mediante tres áreas interconectadas. (Shen, 2007)

- ❖ Reglas y modelos de la composición corporal.
  - a. 5 niveles para el estudio de la composición corporal. Atómico, molecular, celular, tisular y corporal total. (Wang, Z. 1992).
- ❖ Variación de la composición corporal.
  - b. Condiciones fisiológicas.
  - c. Condiciones patológicas.
- ❖ Métodos para estimar la composición corporal.
  - d. Directos (disección de cadáveres).
  - e. Indirectos.
    - i. Bioquímicos
    - ii. Anatómicos.

Con el uso de la antropometría se han desarrollado una gran cantidad de ecuaciones para predecir la composición corporal, sin embargo, estas propuestas matemáticas muestran una amplia variabilidad, inconsistencia e incongruencia en los resultados, aun usando los mismos datos. (López, 2018, González, 2019, Vaquero, 2020, Mecherques, 2024, Baglietto, 2024), lo anterior provoca incertidumbre sobre cuál es la ecuación apropiada para ser aplicada en los atletas.

Por otro lado, aun conociendo las limitantes encontradas en su aplicación, podríamos afirmar que la antropometría resulta ser un método económico, fácil de calcular, poco invasivo y transportable,

además que se puede aplicar en el campo de acción deportiva, lo cual facilita su aplicación en el medio atlético. Por lo tanto, será necesaria la formación de un criterio acertado para la estimación de la composición corporal mediante el conocimiento de las inconsistencias que guarda el método antropométrico y la correcta interpretación de los resultados arrojados, considerando los mismos, no de manera aislada, sino en conjunto con los demás elementos propios de la cineantropometría, como el tamaño, la forma y la proporción.

A continuación, se muestran en la tabla 3 algunas de las ecuaciones más populares aplicadas a deportistas.

**Tabla 3**

*Ecuaciones para la estimación de la grasa corporal en deportistas.*

Autor/año	Población	Ecuación
Withers (1987)	Hombres 15 a 39 años	DC= 1.0988-0.0004*7pcsum
Withers (1987)	Mujeres 11 a 41 años	DC= 1.17484-0.07229*Log <sub>10</sub> 4pcsum
Jackson & Pollock (1978)	Hombres >18 años	DC= 1.112-0.00043499*S7pc+0.00000055*S7pc <sup>2</sup> - 0.00028826*edad
Jackson & Pollock (1980)	Mujeres > 11 años	DC= 1.096095-0.0006952*S4pc+0.0000011*S4pc <sup>2</sup> - 0.0000714*edad
Lohman, T. (1981)	Mujeres 14 a 19 años	DC= 1.0973-0.000815*S3pc+0.00000084*S3PC <sup>2</sup>
Forsyth & Sinning (1973)	Hombres 19 a 22 años	DC= 1.10647-0.00162*pcse-0.00144*pcabd- 0.00077*pct+0.00071*pcax
Thorland (1984)	Hombres 17.43 ± 0.96	DC= 1.1091-0.00052*Sum7pc+0.00000032*Sumpc <sup>2</sup>
Thorland (1984)	Mujeres 16.51 ± 1.39	DC= 1.0987-0.00122*Sum3pc+0.00000263*Sum3pc <sup>2</sup>
Oliver (2012)	Hombres	% Grasa= 3.53+(0.132*S7plc)
Civar (2003)	Hombres	% Grasa= (0.432*pct)+(0.193*pcabd)+(0.196*pct)+(0.13*pcp)

7pcsum=tríceps+subescapular+bíceps+supraespinal+abdominal+muslo anterior+pantorrilla;  
4pcsum=tríceps+subescapular+supraespinal+pantorrilla;  
S7pc(mm)=pectoral+axilar+tríceps+subescapular+abdomen+supraespinal+muslo anterior;  
S4pc(mm)=tríceps+supraespinal+abdomen+muslo anterior; S3pc(mm)=tríceps+subescapular+abdominal;  
pcse=subescapular; pcabd=abdominal; pct=tríceps; pcax=axilar;  
Sum7pc(mm)=tríceps+subescapular+axilar+cresta ilíaca+abdominal+muslo anterior+pantorrilla; Sum3pc  
(mm)=tríceps+subescapular+cresta ilíaca; S7plc=abdominal+axilar+pectoral+cresta  
ilíaca+subescapular+tríceps+muslo anterior; pcp=pantorrilla.

**Fuentes:** Heyward (2004), Heymsfield (2007), López-Taylor (2018).

Existe una gran cantidad de propuestas matemáticas que estiman la grasa corporal con el uso de antropometría, algunas ecuaciones calculan el porcentaje de grasa y otras la densidad corporal. En el caso de las últimas, necesitamos convertir la densidad corporal a porcentaje de grasa con el uso de las ecuaciones de Siri (1961) o Brozek (1963):

$$\% \text{ de grasa Siri} = \frac{495}{DC} - 450$$

$$\% \text{ de grasa Brozek} = \frac{457}{DC} - 414.2$$

Las ecuaciones propuestas en la tabla 3 son algunas de las muchas aplicables a deportistas, no obstante, algunos estudios han demostrado que las fórmulas que más se relacionan con el resultado de porcentaje de grasa corporal en deportistas, ya sea comparado con DXA o con impedancia eléctrica, son las propuestas por Oliver, Civar y Withers (López, J. y col. 2018, Reilly, T. 2009). Sin embargo, las ecuaciones de Oliver y Civar son aplicables únicamente en hombres, por lo que para efectos de este artículo se propone la ecuación de Withers, T. (1987), la cual fue validada en deportistas de competencias nacionales e internacionales, hombres y mujeres.

Para el cálculo de la masa muscular, las ecuaciones que tuvieron mejor resultado en deportistas mexicanos fueron las propuestas por Heymsfield y Lee (González, R. y cols. 2019), en un estudio comparado con DXA.

**Tabla 4**

*Ecuaciones para la estimación de la masa muscular.*

Autor	Ecuación
Heymsfield (1982)	MM=Estatura(m)*[0.0264+(0.0029*ambc)]
Lee (2000)	MM= Estatura(m) * (0.00587 * cbc <sup>2</sup> + 0.00138 * cmc <sup>2</sup> + 0.00574 * cpc <sup>2</sup> ) + (2.4*sexo) – (0.026 * edad) + raza + 4.4

ambc=área muscular corregida de brazo (cm<sup>2</sup>); cbc=circunferencia de brazo corregido (cm);  
 cmc=circunferencia de muslo corregido (cm); cpc=circunferencia de pantorrilla corregida (cm);  
 sexo=hombres=1, mujeres=0; raza=asiáticos=-1.6, afroamericanos=1.2, blancos e hispanos= 0.  
 Circunferencia corregidas= circunferencia (cm) – [(pliegue cutáneo (mm)/10)\*3.1416]

Es importante destacar que la estimación de la composición corporal con el método antropométrico presenta inconsistencias importantes, en comparación con otros métodos. Esto se debe a que partimos de una gran cantidad de supuestos que pueden afectar su validez, por esta razón, también se sugiere el uso de la sumatoria de pliegues cutáneos que ha comprobado su utilidad en el control de seguimiento de la grasa corporal en deportistas (López, 2018).

### **Somatotipo y proporcionalidad en el control del deportista**

El uso de las propuestas de somatotipo y proporcionalidad en el control del deportista es un elemento que nos permitirá perfilar las características de los atletas y en su caso monitorear los cambios en la forma y proporción de algunas variables.

Para el estudio de la forma se sugiere usar la propuesta de somatotipo de Carter, JEL (1990) y para el estudio de la proporcionalidad se propone la estrategia del Phantom (Ross, 1974).

El somatotipo se puede definir como la cuantificación de la forma y la composición actual del cuerpo humano, y está caracterizado por tres componentes presentes en nuestro físico:

- ❖ I = Endomorfia: Adiposidad relativa.
- ❖ II = Mesomorfia: Corpulencia relativa.
- ❖ III = Ectomorfia: Linearidad relativa.

Estos elementos se pueden obtener gracias al uso de 10 variables antropométricas, las cuales nos permitirán calcular cada uno de los componentes mediante el uso de ecuaciones. Finalmente, el resultado obtenido nos permitirá clasificar cada uno de los componentes en 4 niveles:

Bajo, cuando el resultado es menor de 2 ½, moderado, cuando se encuentra entre 3 y 5, alto, cuando oscila entre 5 ½ y 7, y extremadamente alto, cuando es mayor o igual a 7 ½.

No existe, en general, una clasificación ideal en un deportista, esta dependerá de las necesidades propias de cada deporte o del nivel competitivo.

Una vez calculado el valor de los componentes del somatotipo se puede graficar la relación de los mismo con una somatocarta, la cual nos permite visualizar de manera gráfica la influencia de cada uno de los componentes en el deportista. Sin embargo, al hacer el tratamiento de los datos, no es suficiente con categorizar al sujeto de acuerdo con el somatotipo resultante; también es necesario monitorizar los cambios que se dan durante las distintas etapas de la periodización del entrenamiento y durante la evolución del cuerpo del deportista. Para ello se usan dos elementos que nos permiten medir los cambios de la forma corporal y determinar si éstos son significativos.

Para ello se usa la Distancia de Dispersión del Somatotipo (SDD) y la Distancia de Posicionamiento o Comportamiento del Somatotipo (SAD). Si la SDD supera 2.0 puntos, la diferencia será significativa.

$$SDD = \frac{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}{3}$$

$$SAD = \frac{(I1 - I2)^2 + (II1 - II2)^2 + (III1 - III2)^2}{3}$$

Posteriormente, se presentará un ejemplo de seguimiento de un deportista en el cual se incluye esta propuesta.

La proporcionalidad la podemos entender como el estudio de proporciones corporales con respecto a otras o a la estatura. Su cálculo se realiza mediante la estrategia del Phantom, de Ross y Wilson (1974), que usa la desviación Z para comparar los valores antropométricos.

$$Z = \frac{[\text{valor real} \frac{170.18^e}{\text{Estatura}}] - \text{valor de p antom}}{\text{desviación estándar del valor de referencia}}$$

Donde e = 1 valores lineales (pliegues, circunferencias, diámetros y longitudes, 2 áreas, 3 volúmenes (peso, masa muscular, masa grasa).

El valor Phantom se refiere a un modelo de referencia metafórico de un ser humano asexual, cuya propuesta parte de datos de distintos estudios de los cuales se obtuvieron los valores antropométricos. Cabe destacar, que los números reportados no expresan valores normativos, sino datos de referencia con los cuales podemos tratar variables antropométricas ponderadas con la estatura.

Su uso es aplicable para determinar el estatus antropométrico actual, efectuar comparaciones inmediatas y analizar resultados de estudios transversales. Así mismo, es adecuado para dar seguimiento longitudinal a las modificaciones antropométricas individuales y grupales. Su uso facilita la comparación de deportistas en la misma especialidad o de diferentes deportes y nos permite derivar modelos relacionados con la forma, proporción y composición corporal.

### Síntesis de manejo de datos antropométricos en un deportista

A continuación, se presenta la evaluación y control de un competidor de MMA de 28 años, que acude por primera vez a una medición antropométrica de perfil completo y con el uso de 47 variables se obtienen los siguientes resultados.

**Tabla 5**

*Valores de circunferencias corregidas (cm).*

Circunferencias corregidas	
Variable	cm
Circunferencia de brazo relajado corregida	34.4
Circunferencia de brazo contraído corregida	36.4
Circunferencia de muslo medio corregida	55.6
Circunferencia de pantorrilla máxima corregida	35.7

**Tabla 6**

*Medición de la composición corporal y adiposidad en un deportista.*

Componente	Composición Corporal		Recomendado
	(kg)	%	
Grasa *	9.5	10.1	7 a 14%
Músculo **	40.3	42.8	> 40 %
Suma 10 PC (mm)	85.5		-
Suma 6 PC (mm)	55.0		< 50 mm

\*Withers (1987), \*\*Lee (2000)

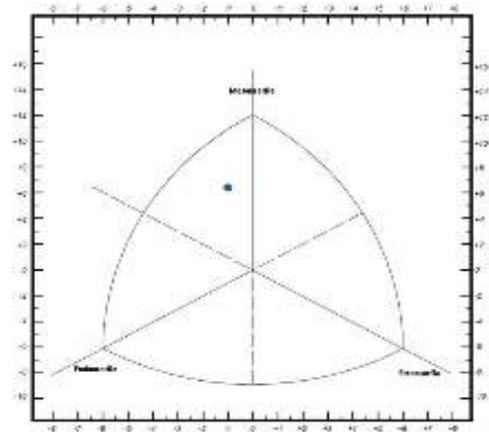
**Tabla 7**

*Resultados del somatotipo de un deportista.*

Somatotipo		
Componente	Valor	Ideal
Endomorfia	2.4	<2.5
Mesomorfia	5.0	>5
Ectomorfia	1.5	2 a 3
Clasificación	Mesomorfo endomórfico	

**Figura 2**

*Gráfico del somatotipo.*



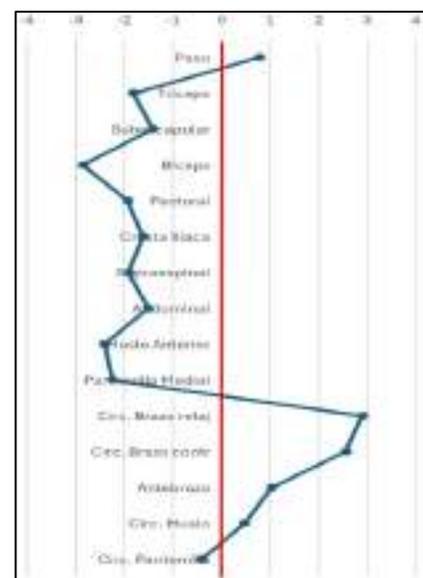
**Tabla 8**

*Variables antropométricas modificables, usando la estratagema del Phantom.*

Proporcionalidad	
Variables modificables	
Variable	Z-score
Peso	0.78
PC Tríceps	-1.81
PC Subescapular	-1.41
PC Bíceps	-2.86
PC Pectoral	-1.94
PC Cresta Iliaca	-1.62
PC Supraespinal	-1.91
PC Abdominal	-1.51
PC Muslo Ant.	-2.42
PC Pantorrilla	-2.25
Circ. Brazo relaj	2.90
Circ. Brazo contr	2.56
Circ. Antebrazo	1.03
Circ. Muslo	0.47
Circ. Pantorrilla	-0.42

**Figura 3**

*Gráfico de las variables antropométricas modificables.*



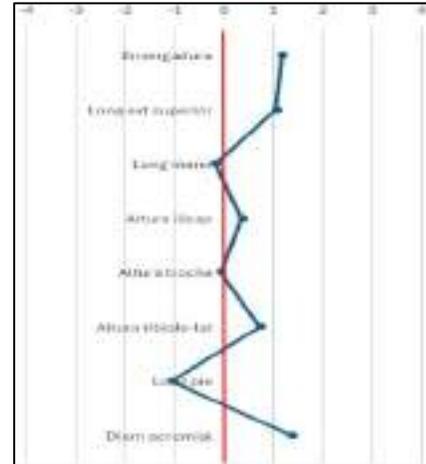
**Tabla 9**

*Variables antropométricas no modificables, usando la estratagema del Phantom*

Proporcionalidad	
Variables no modificables	
Variable	Z-score
Envergadura	1.17
Long extrem superior	1.05
Long mano	-0.18
Altura iliospinale	0.35
Altura trochanterion	-0.07
Altura tibiale-laterale	0.71
Longitud pie	-1.07
Diam. acromial	1.37

**Figura 4**

*Gráfico de las variables antropométricas no modificables.*



Con base en el resultado se establecen algunas metas a cumplir a corto y mediano plazo, donde se pretende disminuir el peso corporal para acercarlo al de competencia, además de disminuir paulatinamente su grasa corporal, manteniendo el desarrollo muscular, por lo que se espera encontrar disminución de pliegues cutáneos, así mismo, mantener o aumentar las circunferencias apendiculares, así como las circunferencias corregidas. Por otro lado, se espera disminución de endomorfia con mantenimiento de mesomorfia y aumento de la ectomorfia.

Acude nuevamente después de 4 meses. Se aplica una medición antropométrica modificada donde solo se miden las variables modificables y se obtienen los siguientes resultados.

Primeramente, realizamos una evaluación de tamaño, donde medimos la modificación de las variables y establecemos si los cambios son reales y significativos, usando el ETM del evaluador.

**Tabla 10**

*Cambio en las variables antropométricas (tamaño), usando el Error Técnico de Medición.*

<b>Análisis del cambio en el tamaño con ETM</b>						
<b>Variable</b>	<b>1era</b>	<b>2da</b>	<b>ETM</b>	<b>Dif</b>	<b>Significativa</b>	
Masa Corporal	94.0	90.0	0.02	-4.0	SI	
Estatura	186.6	186.6	0.02	0.0	NO	
Tríceps	8.0	7.0	0.32	-1.0	SI	
Subescapular	11.0	8.5	0.38	-2.5	SI	
Bíceps	2.5	2.0	0.18	-0.5	SI	
Pectoral	6.0	4.5	0.50	-1.5	SI	
Axilar	9.5	6.5	0.30	-3.0	SI	
Cresta Ilíaca	12.5	9.5	0.50	-3.0	SI	
Supraespinal	7.5	5.0	0.25	-2.5	SI	
Abdominal	15.0	10.0	0.62	-5.0	SI	
Muslo Ant	7.5	6.0	0.44	-1.5	SI	
Pantorrilla med	6.0	5.0	0.18	-1.0	SI	
Brazo relajado	36.9	37.4	0.16	0.5	SI	
Brazo contraído	38.9	39.5	0.13	0.6	SI	
Antebrazo	29.2	29.5	0.06	0.4	SI	
Muslo (1 cm)	63.4	63.8	0.22	0.4	NO	
Muslo medio	58.0	59.8	0.21	1.8	SI	
Pantorrilla max	37.6	38.6	0.07	1.0	SI	

Como se puede apreciar en el ejemplo, los cambios son favorables, ya que, de acuerdo con las metas establecidas, ha presentado una disminución del peso corporal y de los pliegues cutáneos y todos ellos de manera significativa, contemplando el ETM del evaluador. En cuanto las circunferencias apendiculares se muestra un aumento significativo.

Al medir las circunferencias corregidas, se obtienen los siguientes valores.

**Tabla 11**

*Cambios en las variables de circunferencias apendiculares corregidas (cm).*

<b>Circunferencias corregidas (cm)</b>		
<b>Variable</b>	<b>1era.</b>	<b>2da.</b>
Circunferencia de brazo relajado corregida	34.4	35.2
Circunferencia de brazo contraído corregida	36.4	37.3
Circunferencia de muslo medio corregida	55.6	57.9
Circunferencia de pantorrilla máxima corregida	35.7	37.0

Como se puede observar, es un cambio favorable en las circunferencias corregidas, debido a que aumentaron.

Al revisar la composición corporal encontramos los siguientes valores.

**Tabla 12**

*Modificaciones en la composición corporal y suma de pliegues cutáneos (mm).*

Componente	Composición Corporal				Recomendado
	Kg		%		
	1era	2da	1era	2da	
Grasa *	9.5	7.0	10.1	7.7	7 a 14
Músculo **	40.3	44.2	42.8	49.2	>40
	cm	cm			Recomendado
Suma 10 PC	85.5	64.0			-
Suma 6 PC	55.0	41.5			<50

Para la evaluación del somatotipo, se analizan los valores de los tres componentes, así como su clasificación, pero lo más importante es medir la dimensión del cambio, con el uso del SDD, para establecer si es significativo. En este sentido, encontramos que el SDD es mayor a 2.0, lo que indica un cambio significativo.

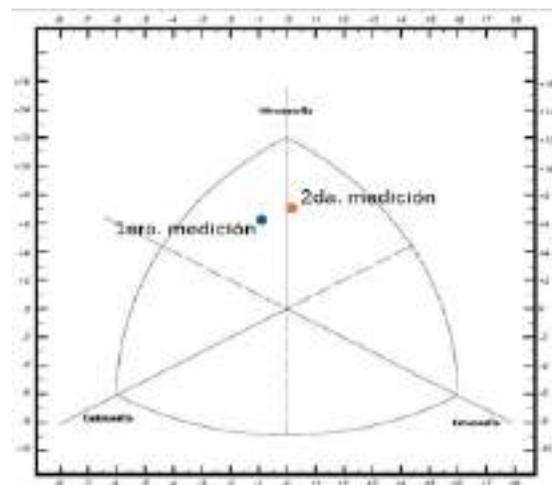
**Tabla 13**

*Modificaciones en el somatotipo.*

Componente	Somatotipo		
	1era	2da	Ideal
Endomorfia	2.4	1.8	<2.5
Mesomorfia	5.0	5.4	>5
Ectomorfia	1.5	1.9	2 a 3
Clasificación	Mesomorfo endomórfico	Mesomorfo Balanceado	
SDD = 2.05	SAD = 0.84		

**Figura 5**

*Gráfico de las modificaciones somatotipo.*



Finalmente se muestran los resultados de los cambios en la proporcionalidad en las variables modificables. En este caso, sólo se muestra el manejo de variables antropométricas, pero también se puede hacer uso de índices que relacionen variables y la elección de los mismo dependerá del deporte que se está contemplando.

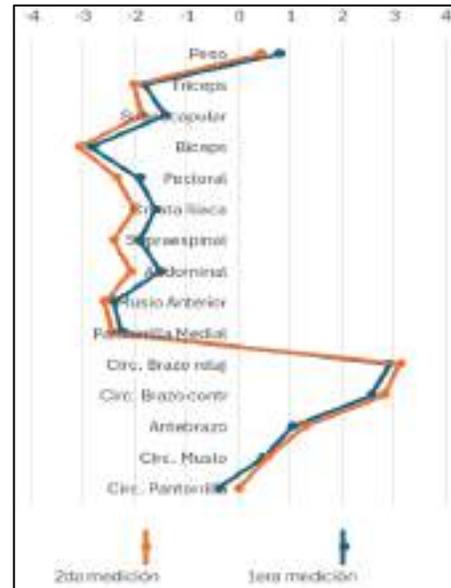
**Tabla 14**

*Seguimiento en los cambios de las variables antropométricas modificables, usando la estratagema del Phantom*

Proporcionalidad		
Variables modificables		
Variable	Z-score	
	1ra.	2da.
Peso	0.78	0.43
PC Tríceps	-1.81	-2.02
PC Subescapular	-1.41	-1.86
PC Bíceps	-2.86	-3.09
PC Pectoral	-1.94	-2.35
PC Cresta Iílica	-1.62	-2.02
PC Supraespinal	-1.91	-2.43
PC Abdominal	-1.51	-2.09
PC Muslo Ant.	-2.42	-2.58
PC Pantorrilla	-2.25	-2.45
Circ. Brazo relaj	2.90	3.10
Circ. Brazo contr	2.56	2.79
Circ. Antebrazo	1.03	1.26
Circ. Muslo	0.47	0.56
Circ. Pantorrilla	-0.42	-0.02

**Figura 5**

*Gráfico de los cambios de las variables antropométricas modificables*



## CONCLUSIONES

Al hacer uso de la antropometría en el control y evaluación del deportista, es necesario contemplar las limitaciones propias del método empleado, así como sus fortalezas, por lo tanto, se recomienda contemplar todos los componentes que estén al alcance del profesional que interviene en el proceso de entrenamiento y competencia del atleta, es decir, no se debe limitar al resultado aislado de cualquier de los elementos. La propuesta es integrar aspectos como el tamaño, la composición corporal, la forma y la proporcionalidad del deportista y con ello acompañarlo en el proceso de entrenamiento, hasta la competencia.

Finalmente, cabe destacar la importancia sobre la formación teórico-práctica de quienes usan la cineantropometría en la evaluación y control del deportista, de lo contrario los resultados no se apegarán a la realidad y su uso será infructuoso.

## REFERENCIAS

- Baglietto, N. (2024). Agreement and differences between the equations for estimating muscle and bone mass using the anthropometric method in recreational strength trainees. *PeerJ* 10.7717/peerj.17506
- Brozek, J. Grande, F., Anderson, JT., Keys, A. (1963). Desnitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy Science*, 110: 113-40.
- Carter, LJE., Heath, BH. (1990). *Somatotyping development and applications*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Cullen, S., Fleming, J., Logue, D., O'Connor, J., Connor, B., Cleary, J., Watson, J., y Madigan, S. (2020). Perfiles antropométricos de deportistas de élite. *Journal of Human Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.171.14>
- Civar, S., Ozer, A., Aktop, A., Tercan, E., Ayceman, N. (2003). Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance measurement in highly active males. *Biology of Sports*, 20(3): 209-219.
- Forsyth, H. L., Sinning, WE. (1973). The anthropometric estimations of body density and lean body weight of males athletes. *Medicine and Science in Sports*, 5(3): 174-180.
- Giampietro, M., Ebner, E., y Bertini, I. (2011). The clinical significance of body composition and anthropometric evaluation in athletes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 4, 93-97. <https://doi.org/10.1007/S12349-011-0052-0>
- González, R. y col. (2019). Accuracy of anthropometric equations to estimate DXA- derived skeletal muscle mass in professional male soccer players. *J Sports Med* doi: 10.1155/2019/4387636
- Heymsfield, S. B., Lohman, T.G., Wang, Z. M., y Going, S. B. (2007). *Composición corporal*. Mc Graw Hill
- Heyward, V. Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, Ill: Human Kinetics.

- Jackson, A. S., y Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr*, 40, 497-504.
- Kotko, D., Goncharuk, N., Shevtsov, S., Pytro, L., Levon, M., & Oksamitna, L. (2021). Changes in some anthropometric indicators in sportsman-athletes at the stages of long-term training. [https://doi.org/10.31392/NPU-NC.SERIES15.2021.3\(133\).15](https://doi.org/10.31392/NPU-NC.SERIES15.2021.3(133).15)
- Lee, R., Wang, Z. M., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., Heymsfield, S. B. (2000). *Am J Clin Nutr*, 72: 796-803.
- Lohman, TG. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Human Biology*. 52(2):181-225.
- López-Taylor, J. et al. (2018). Accuracy of anthropometric equations for estimating body fat in professional soccer players compared with DXS. *Journal of Sports Medicine ID: 6343792*.
- Mecherques-M. (2024). Validity and agreement between dual-energy X-ray absorptiometry, anthropometry and bioelectrical impedance in the estimation of fat mass in young adults. *Front Nutr* 11:1421950
- Oliver, JM. Lambert, BS., Martin, SE., Green, JS., Crouse, F. (2012). Predicting football players dual-energy x-ray absorptiometry body composition using standard anthropometric measures," *Journal of Athletic Training*, vol. 47, no. 3, pp.257–263
- Pederson, D., Gore, C. (1996). Anthropometry measurement error. En: Norton, K. Olds, T. *Anthropometrica*. Sydney: UNSW PRESS
- Reilly, T., George, K., Marfel-Jones, M., Scott, M., Sutton, L., Wallace, JA. (2009). How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players?. *Int J Sports Med*, 30(8): 607-13.
- Ross, WD., Wilson, NC. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. Children and Exercise. En: Hebbelinck, M. Borms, J. *Acta Paediatrica Belgica*, (suppl 28): 162-182.
- Santos, D., Dawson, J., Matias, C., Rocha, P., Minderico, C., Allison, D., Sardinha, L., y Silva, A. (2014). Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLoS ONE*, 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>

- Shen, W., St-Onge, MP., Wang, ZM., Heymsfield SB. (2007) *La ciencia de la investigación de la composición corporal*. Mc Graw Hill.
- Siri, WE. (1961) Body volumen measurement by gas dilution. En: Brozek, J., Henschel, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: Academy of Sciences, National Research, Council. (108-117).
- Thorland, WG., Johnson, GO., Tharp, GD., Fagot, TG., Hammer, RW. (1984). Validity anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. *Med. Sci in Sports and Exerc.* 16: 77-81
- Vaquero, R. y col. (2020). Differences in fat mass estimation formulas in physically active adult population and relationship with sums of skinfolds. *Int. J. Environ Res Public Health* 17, 7777
- Wang, et al. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56: 19-28.
- Withers, RT., Craig, NP., Bourdon, PC., Norton, KI. (1987) Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, vol. 56, no. 2, pp. 191–200.