

Monograph

# Comparación de Técnicas de Valoración de la Composición Corporal para Determinar la Grasa Corporal en Luchadores de Colegios Secundarios

Dale Brown<sup>1</sup>, Jennifer Mackenzie<sup>1</sup>, Karen Dennis<sup>1</sup> y Robert Cullen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Physiological Assessment Lab, School of Kinesiology and Recreation, Illinois State University, Normal, IL 61790-5120, Estados Unidos.

<sup>2</sup>Family and Consumer Sciences, Illinois State University, Normal, IL 61790-5060, Estados Unidos.

## RESUMEN

La rápida pérdida de peso ha sido un comportamiento peligroso asociado con el deporte de lucha. El objetivo de este estudio fue examinar la efectividad de cinco técnicas para la valoración de la composición corporal al determinar los porcentajes de grasa corporal en luchadores de colegios secundarios. Ocho luchadores varones (media±DE) [edad: 16.2±1.4 años; talla: 171.9±6.3 cm; masa corporal: 74.1±20.3 kg; % grasa corporal 14.0±6.7 %] participaron en el presente estudio. Todas las evaluaciones fueron completadas durante una única sesión para la cual todos los luchadores se reportaron al laboratorio habiendo ayunado y restringido su ingesta de fluidos durante las cuatro horas previas a la evaluación. La talla y el peso fueron obtenidas siguiendo cinco técnicas diferentes para la valoración de la composición corporal: pesaje subacuático (UWW), pletismografía por desplazamiento de aire (ADP), impedancia bioeléctrica (BIA), y análisis mediante la toma de pliegues cutáneos en 3 sitios (3SK) y en 6 sitios (6SK). No se hallaron diferencias significativas entre los cinco métodos de evaluación ( $p=0.297$ ). Los coeficientes de correlación de Pearson resultantes entre los análisis UWW, ADP, 3SK y 6SK estuvieron en el rango de 0.989 a 0.805 ( $p\leq 0.05$ ). Estos datos sugieren que el %BF puede ser estimado exitosamente en luchadores de colegios secundarios utilizando los análisis ADP, UWW, 3SK y 6SK, a condición de que el mismo procedimiento sea utilizado en el mismo atleta a través de toda la temporada.

**Palabras Clave:** pérdida de peso, bodpod, pesaje subacuático, bioimpedancia, pliegues cutáneos

## INTRODUCCION

La rápida pérdida de peso corporal o "weight cutting", ha sido un comportamiento peligroso frecuentemente asociado con el deporte de la lucha (1, 14, 15). Este comportamiento ha aumentado la preocupación en la comunidad médica, ya desde principios de la década del 30' (9). Para combatir las inseguras prácticas de pérdida de peso, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) ha reeditado su declaración de posición en la que llama a aumentar las regulaciones para

limitar la pérdida de peso entre los luchadores. En acuerdo con la ACSM, la Asociación Nacional de Atletismo Universitario (NCAA) ha expedido sus propias reglas y regulaciones que prohíben las prácticas de pérdida de peso poco saludables. El programa de certificación de peso en la lucha (WCP) requiere que cada institución miembro de la NCAA tenga un examinador calificado que lleve a cabo una valoración inicial del peso utilizando el peso corporal, la composición corporal y la gravedad específica de la orina. Luego se utiliza un cálculo que consiste en la masa libre de grasa del luchador (FFM) en combinación con el 5% de grasa corporal (%BF) para determinar el peso mínimo del luchador (1, 10, 17,18). Conjuntamente con la NCAA, la Federación Nacional de Asociaciones Estatales de Colegios Secundarios [*National Federation of State High School Associations (NFHS)*] respalda la implementación de reglas que promueven el control del peso, y ha propuesto que todas las asociaciones deportivas de colegios secundarios estatales implementen un WCP similar al de la NCAA (1, 9).

Si bien se reconoce que la determinación de UWW y SK, son considerados métodos aceptables para la valoración de la composición corporal, recientemente se ha cuestionado si otras técnicas válidas tales como el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) o la pletismografía por desplazamiento de aire (ADP) pueden ser utilizadas con precisión para determinar el peso mínimo de un luchador. Aun cuando la técnica de UWW está bien establecida, se debería señalar que la inmersión repetida conjuntamente con una exhalación máxima puede ser problemática para muchos sujetos. Este tipo de técnica también requiere de la pericia técnica para asegurar mediciones precisas y para promover la validez de la evaluación. La valoración mediante SK también depende de la confiabilidad del examinador, y de las ecuaciones específicas para las distintas poblaciones para obtener resultados válidos (17, 18). La utilización de estas ecuaciones provoca ciertas preocupaciones cuando se trata con poblaciones de luchadores. La utilización de ecuaciones no validadas dentro de la lucha puede derivar en errores y en potenciales riesgos para la salud. Con la utilización de ecuaciones no adecuadas puede calcularse un %BF falsamente alto, permitiendo de esta forma que el atleta pierda una cantidad insegura de peso. A la inversa, un % de BF falsamente bajo puede inhibir al luchador de perder peso cuando la pérdida de peso está garantizada. Una forma precisa de evaluar la composición corporal que requiera menos destreza técnica y minimice los sesgos del examinador, tal como la ADP podría incluirse de manera beneficiosa en los programas de control del peso corporal (4, 5, 17, 18).

El Sistema de Composición Corporal BOD POD® (Life Measurement Inc., Concord CA) fue diseñado para utilizar la ADP y estimar de manera eficiente el % de BF con un mínimos requerimientos de pericia técnica en comparación con el UWW. De manera similar al UWW, la ADP es un método densitométrico que depende de la medición de la masa y el volumen para calcular la densidad corporal ( $D_b$ ). Dempster et al., 1995 (5) proveyeron una explicación detallada de este método. BOD POD® puede ser ventajoso, debido al hecho de que requiere menos destreza técnica que el UWW y utiliza aire en lugar de agua, lo cual hace que el ambiente de evaluación sea más confortable para el sujeto (4, 5, 17, 18). La literatura previa indica que los estudios que han comparado el UWW con el ADP muestran que hay concordancia entre las mediciones de la  $D_b$  y en la subsiguiente estimación del %BF (17), mientras que otros han hallado grandes discrepancias (4). Las diferencias pueden atribuirse a los diferentes protocolos de evaluación, a los diseños de los estudios y a las características de los sujetos. Se han llevado a cabo evaluaciones mediante pletismografía por desplazamiento de aire en jugadores de fútbol americano de la División I de la NCAA, en luchadores y en atletas mujeres. Collins et al. (4) mostraron que la medición mediante ADP del porcentaje medio de BF era 1.9% mayor que el obtenido mediante UWW en jugadores de fútbol americano de la División I de la NCAA, mientras que Utter et al. (17) demostraron recientemente que el %BF y las FFM determinados mediante ADP no eran significativamente diferentes respecto de los valores obtenidos mediante UWW en luchadores universitarios. Existen pocos datos acerca de la confiabilidad y validez de la ADP en poblaciones deportivas. No se ha publicado hasta ahora algún estudio que haya evaluado la ADP en luchadores de colegios secundarios.

El propósito de este estudio fue determinar la efectividad de las técnicas de valoración de la composición corporal para determinar el porcentaje de grasa corporal en luchadores de colegios secundarios. El UWW se eligió como método de comparación debido a su nivel de criterio para la WCP de la NCAA, así como también debido a su aceptación como estándar de referencia en la comunidad científica. La valoración mediante SK fue elegida debido a su frecuente uso como herramienta para la estimación de la composición corporal en la lucha, así como también por su costo relativamente bajo y por su simplicidad, lo cual hace que este sea el método de elección para la mayoría de las asociaciones deportivas de colegios secundarios. La impedancia bioeléctrica fue incluida para realizar comparaciones, debido a su utilización previa como método para determinar el peso mínimo en luchadores y también por su capacidad para ser utilizada en diversas evaluaciones. Nuestra hipótesis fue que no habría diferencias significativas entre la ADP y el UWW respecto del  $D_b$  y el %BF, lo que mostraría que la ADP es un método aceptable para determinar el peso mínimo en luchadores de colegios secundarios.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Dieciocho luchadores varones Clase A de colegios secundarios pertenecientes a la IHSA central de Illinois (*Illinois High School Association*) participaron en el presente estudio durante la temporada 2002-2003. Las características físicas de los sujetos se presentan en la Tabla 1. Los sujetos y sus padres/tutores dieron su permiso/consentimiento para su participación en el estudio utilizando formularios que fueron revisados y aprobados por el Comité de Revisión Institucional.

### Procedimientos

Todas las evaluaciones fueron llevadas a cabo durante una única sesión en cada colegio para la cual los sujetos se reportaron al laboratorio habiendo ayunado y restringido su ingesta de fluidos durante las 4 horas previas a la evaluación. Los sujetos fueron instruidos para que eliminaran todo el contenido de sus vejigas e intestinos antes de comenzar la evaluación. Los valores de la talla y el peso fueron obtenidos utilizando instrumentos estándar. Las mediciones de pliegues cutáneos y de BIA fueron llevadas a cabo inicialmente. A continuación, se realizaron los análisis de la función pulmonar para estimar el volumen pulmonar residual a partir de la capacidad vital. Luego de esto se realizaron los análisis mediante el uso del sistema BOD POD®. Inmediatamente después de realizar la valoración con el sistema BOD POD® los sujetos completaron el UWW. Debido a la relevancia de la vestimenta y el cabello sobre las mediciones realizadas con el sistema BOD POD®, los sujetos utilizaron *shorts Spandex* y un gorro de baño para eliminar el exceso de aire.

### Análisis Mediante Pliegues Cutáneos

Las mediciones de los pliegues subcutáneos de doble espesor (SK) fueron realizadas utilizando calibres Lange y utilizando los métodos para 3 y 6 sitios comúnmente utilizados para la estimación del peso mínimo en la lucha (10, 16). Las marcas anatómicas utilizadas con el método de 3 sitios y con el método de 6 sitios fueron: tricipital, subescapular, abdominal y pectoral, tricipital, subescapular, abdominal, suprailíaco y muslo, respectivamente. Todas las mediciones de SK fueron llevadas a cabo por el mismo investigador durante todo el estudio. Cada pliegue cutáneo fue medido 3 veces con una sensibilidad de 0.5 mm, registrando la media de las tres mediciones para los posteriores análisis. Las mediciones fueron realizadas en el lado derecho del cuerpo. Los valores de SK obtenidos en 3 sitios fueron utilizados para estimar la densidad corporal ( $D_b$ ) mediante la ecuación de predicción de Lohman ( $D_b$  (g/cc) = 1.0973 - 0.000815 x (suma de 3 SK) + 0.0000084 (sum of 3SK)<sup>2</sup>) (10). Subsiguientemente se determinó el porcentaje de grasa corporal utilizando la ecuación de Brozek. Los valores de SK obtenidos en 6 sitios fueron utilizados para estimar la grasa corporal (BF) a partir de la ecuación de Tipton y Oppliger (BF = 0.148 x (SK pectoral) + 0.075 x (SK subescapular) + 0.077 x (SK tricipital) + 0.160 (SK suprailíaco) + 0.152 x (SK abdominal) + 0.102 x (SK muslo)) (16).

### Análisis de Impedancia Bioeléctrica

Las mediciones de la impedancia bioeléctrica fueron obtenidas utilizando el Sistema de Análisis de Impedancia Bioeléctrica Bioanalógico (*Bio/Analogics*, Beaverton, OR). Se colocaron cuatro electrodos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes en la superficie dorsal de la mano y en la superficie anterior del pie ipsilateral. La medición se llevó a cabo con los sujetos recostados en posición supina sobre una mesa no conductora. Las mediciones fueron repetidas tres veces registrando la lectura promedio como el valor de impedancia. Luego de las completar las mediciones de impedancia bioeléctrica se determinó el porcentaje de grasa utilizando el programa provisto por los fabricantes.

### Bod Pod®

Para asegurar la precisión en la medición, el BOD POD® fue calibrado antes de cada evaluación utilizando un cilindro de calibración de 50 L a volúmenes de 0 y 50 L de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Los sujetos fueron evaluados mientras llevaban *shorts Spandex* y gorras de natación para comprimir su cabello. Antes de ingresar a la cámara, los sujetos fueron pesados en una balanza digital con una sensibilidad de 5 g (5). Luego de esto se comenzó con una calibración de dos puntos. A continuación el sujeto ingresaba en el BOD POD® para la evaluación. Una vez obtenidas dos medidas consistentes del volumen corporal, se llevaba a cabo la medición del volumen de gases torácicos ( $V_{TG}$ ). El volumen de gases torácicos fue medido durante el procedimiento de evaluación. Dempster et al. (5) realizan una explicación más completa del diseño del equipamiento y de los procedimientos operativos. La densidad fue determinada utilizando el volumen y la masa corporal calculadas por el BOD POD®. La densidad fue utilizada para estimar el %BF utilizando la ecuación de Siri.

### Pesaje Subacuático

Antes de realizar el UWW, se llevó a cabo la estimación del volumen residual pulmonar utilizando para esto la medición de la capacidad vital. La capacidad vital fue obtenida utilizando el Espirómetro Vitalograph PFT II Plus (Kansas City, KS). Los sujetos fueron instruidos para que en el momento indicado y mediante una exhalación forzada, exalaran la mayor cantidad de aire posible en el espirómetro. Se realizaron tres maniobras de espiración forzada máxima, y se registró la mejor curva de flujo espiratorio forzado que fue subsiguientemente utilizada para los análisis. El volumen residual (RV) fue estimado como un porcentaje de la capacidad vital medida. El volumen residual estimado fue utilizado conjuntamente con el UWW para la determinación de la composición corporal. El pesaje subacuático fue llevado a cabo utilizando el Sistema de Análisis de Pesaje Subacuático *Novel*. Cada sujeto fue pesado mientras se encontraba sentado en una silla fijada a una balanza de autopsia *Chatillion*, y fue instruido para que expeliera la mayor cantidad de aire posible durante la inmersión completa. En este momento se realizó el pesaje subacuático del sujeto. Se registraron un total de 5 a 12 pruebas, utilizando el mayor valor de peso subacuático para la determinación de la densidad corporal. Para la determinación de la densidad corporal también se utilizó la estimación del RV. El valor de densidad corporal fue utilizado en la ecuación de Siri para estimar el porcentaje de grasa.

### Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados utilizando el programa SPSS para Windows versión 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) y el programa Excel de Microsoft (Microsoft Corp., Seattle, WA). Los datos se presentan como valores medios  $\pm$  DE. Para detectar si existían diferencias significativas en el %BF entre los cinco métodos de evaluación (ADP, UWW, 3-SK, 6-SK y BIA) se utilizó el análisis de varianza ANOVA de dos vías. También se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson. Los análisis de regresión lineal fueron llevados a cabo con el %BF obtenido con el UWW como variable dependiente para decidir si la regresión lineal difería significativamente de la línea de identidad. La significancia estadística de las evaluaciones fue establecida a un nivel alfa de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Las características de los sujetos se presentan en la Tabla 1. La muestra consistió de 18 luchadores varones pertenecientes a Colegios Secundarios Clase A de Illinois Central. Los resultados del porcentaje de grasa corporal se presentan como medias en la Figura 1. Los resultados del análisis de varianza ANOVA de una vía indicaron que no hubo diferencias significativas entre los cinco métodos de evaluación ( $p = 0.297$ ).

Los análisis de correlación de Pearson demostraron que existe una fuerte correlación entre las mediciones realizadas con el BOD POD<sup>®</sup> y el UWW ( $r = 0.893$ ) (Tabla 2). Correlaciones similarmente fuertes fueron observadas cuando el UWW fue comparado con la valoración mediante la medición de SK en 3 sitios ( $r = 0.864$ ) y en 6 sitios ( $r = 0.885$ ). A la inversa, se observó una correlación moderada entre el UWW y la BIA ( $r = 0.587$ ). Esto indica que la BIA tiene una menor validez y es menos eficaz en comparación con la medida de criterio obtenida mediante UWW. Se debería señalar que se observó una correlación moderadamente fuerte ( $r = 0.738$ ) entre la valoración mediante la medición de SK en 3 sitios y la BIA. La valoración mediante la medición de SK en tres sitios también es aceptada como medida de criterio.

Variable	Media ( $\pm$ DE)	Rango (mínimo - máximo)
Edad (años)	16.2 $\pm$ 1.4	14 - 18
Talla (cm)	171.9 $\pm$ 6.3	161.0 - 182.0
Peso (kg)	74.1 $\pm$ 20.3	48.7 - 115.3
Porcentaje de Grasa corporal (por pesaje subacuático)	14.0 $\pm$ 6.7	4.4 - 28.0
Masa Grasa (kg)	11.9 $\pm$ 8.4	4.0 - 30.3
Masa Libre de Grasa (kg)	62.2 $\pm$ 14.2	40.5 - 88.3

**Tabla 1.** Datos descriptivos de los sujetos.

Similares resultados pueden observarse en la Figura 2. Los resultados de las regresiones lineales indican una correlación moderadamente fuerte entre el UWW y la ADP, el análisis de SK en 3 sitios y el análisis de SK en 6 sitios. Sin embargo, la

pendiente de las rectas de regresión difieren significativamente de 1.0 y las ordenadas al origen difieren de 0 en la BIA, y en los análisis de SK de 3 y 6 sitios ( $p < 0.05$ ). La correlación más fuerte fue observada entre el UWW y la ADP ( $r = 0.8933$ ). En este caso la pendiente de la recta de regresión difirió significativamente de 1.0 ( $p < 0.05$ ), mientras que no se detectó una diferencia significativa a partir de la ordenada al origen 0 ( $p = 0.429$ ). La correlación más débil fue observada entre el UWW y la BIA ( $r = 0.587$ )

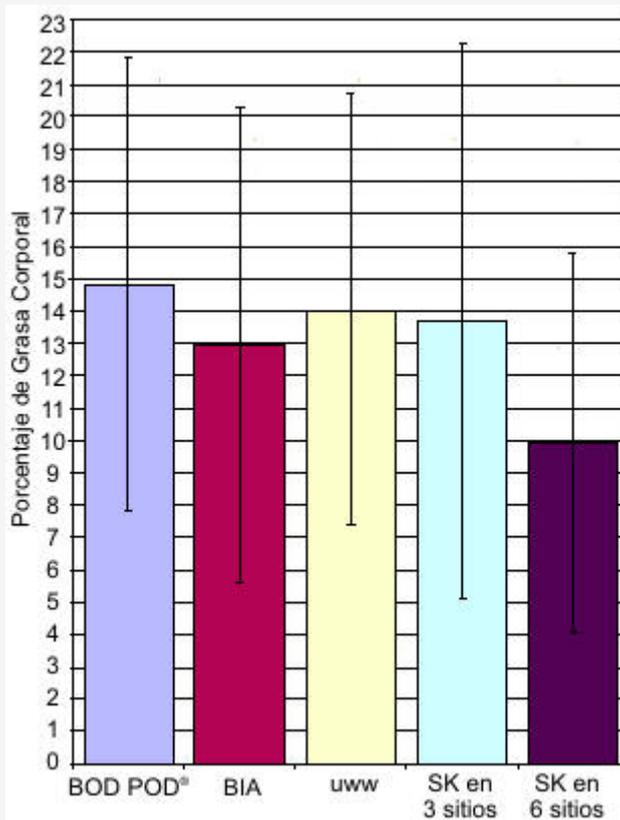
	<b>BOD POD®</b>	<b>UWW</b>	<b>SF en 3 sitios</b>	<b>SF en 6 sitios</b>	<b>BIA</b>
<b>BOD POD®</b>	1.0				
<b>UWW</b>	0.893	1.0			
<b>SF en 3 sitios</b>	0.805	0.864	1.0		
<b>SF en 6 sitios</b>	0.859	0.885	0.989	1.0	
<b>BIA</b>	0.627	0.587	0.738	0.783	1.0

*Tabla 2. Matriz de correlación de Pearson.*

## DISCUSION

Esta investigación evaluó la efectividad de diversas técnicas de valoración de la composición corporal para determinar los porcentajes de grasa en luchadores de colegios secundarios. Un factor importante a reconocer en este estudio es la población a la que pertenecen los sujetos. Con la inminente implementación de programas de certificación del peso corporal a nivel de colegios secundarios, no se han publicado hasta la fecha investigaciones acerca de la utilización de la ADP en luchadores de colegios secundarios, lo cual hace que el presente estudio sea único. Los hallazgos más significativos de este estudio indican que los valores de %BF medido mediante ADP no difieren estadísticamente de los valores obtenidos mediante UWW o SK en 3 sitios. Este hallazgo es significativo debido a que tanto el UWW como el análisis de SK en 3 sitios son considerados mediciones de criterio para los programas de certificación del peso corporal. Estos resultados podrían sugerir que la ADP podría ser considerada una medición de criterio para los programas de certificación del peso corporal en luchadores de colegios secundarios.

Un hallazgo curioso realizado en el presente estudio esta referido a la comparación de la ADP con el análisis de SK de 6 sitios. Si bien no existieron diferencias significativas entre estas dos mediciones, se pudo observar una diferencia antropométrica del 4.88% en la grasa corporal, lo cual podría sugerir que el análisis de SK en 6 sitios subestima el %BF. Un valor del 4.88% de la grasa corporal podría representar la diferencia entre un individuo saludable y uno que podría presentar riesgos de complicaciones para la salud. Para hacer estos datos más aplicables al mundo de la lucha, un %BF falsamente bajo podría inhibir a un luchador de perder peso cuando la pérdida de peso está en realidad garantizada. Cuando se evalúan estos datos se debería tener en cuenta que si bien las diferentes técnicas para la valoración de la composición corporal pueden mostrar diferencias entre los valores medios, la validez y la consistencia de estas técnicas también deben ser evaluadas. Por ejemplo, una medida de evaluación con una alta correlación podría indicar validez, mientras que una medida de evaluación con un alto valor de  $r^2$  y un bajo EEE podría indicar consistencia. Por lo tanto, debido a que la ADP y el UWW estuvieron fuertemente correlacionados ( $r = 0.893$ ) y que no se observaron diferencias significativas en el %BF obtenido mediante ADP (14.83%) y mediante UWW (14.04%), la ADP puede ser considerada como una medida válida de evaluación. Si bien no se observaron diferencias significativas entre las cinco mediciones, se observaron diferencias antropométricas significativas entre el análisis de SK en 6 sitios (9.95%) y el UWW. Sin embargo, su validez ha quedado demostrada por su fuerte correlación ( $r = 0.885$ ). Su consistencia es promovida por su valor de  $r^2$  moderadamente alto y su error estándar de estimación relativamente bajo ( $r^2 = 0.7827$ ,  $SEE = 3.219\%$ ). Se puede inferir que el análisis de SK en 6 sitios producirá consistentemente valores bajos de %BF en comparación con el UWW. Si esta medida de evaluación fuera utilizada en los programas para el control del peso, entonces debería ser utilizada en el mismo atleta a lo largo de toda la temporada para que su peso mínimo de lucha sea consistente.



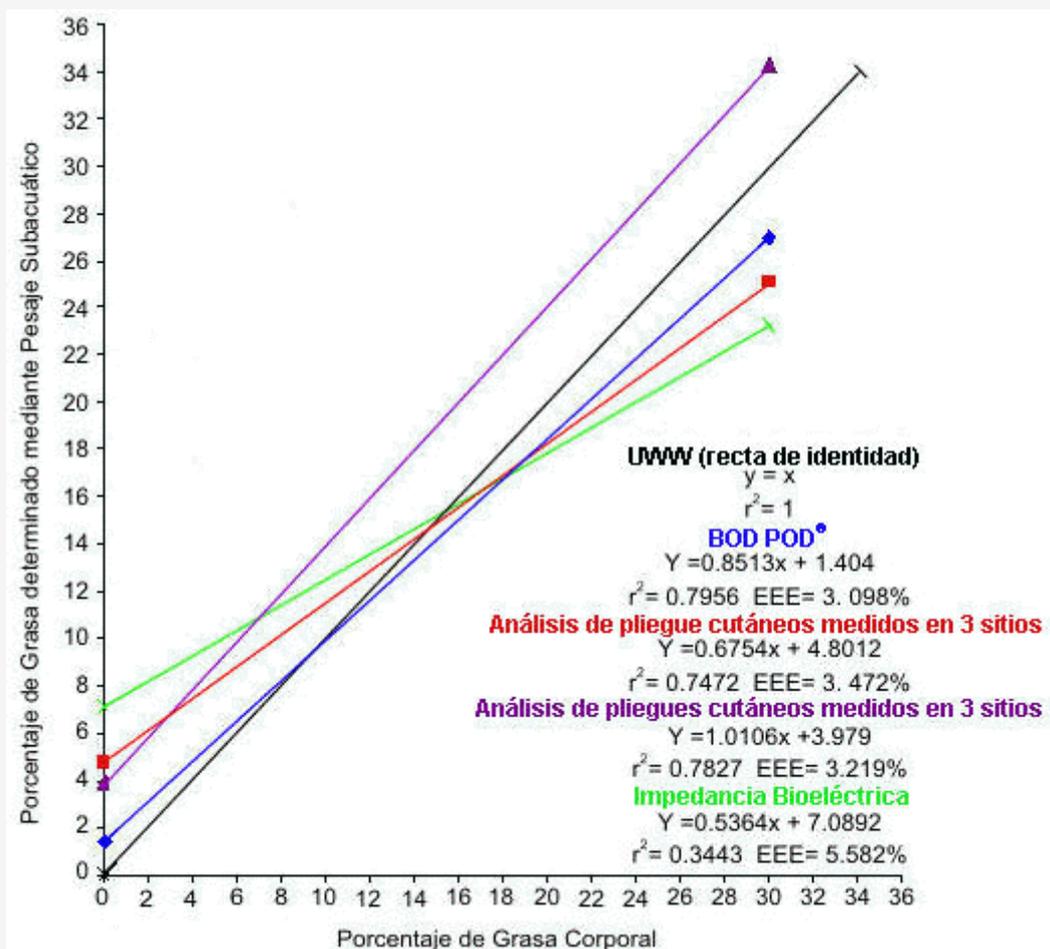
**Figura 1.** Valores medios del porcentaje de grasa corporal en Luchadores de Colegios Secundarios determinados mediante diferentes técnicas de valoración de composición corporal. No se hallaron diferencias significativas ( $p=0.297$ )

Aunque el análisis de SK en 6 sitios produjo una menor media en comparación con el UWW y la ADP, todavía puede considerarse un análisis válido. Si bien el análisis de SK en 6 sitios es consistente; se recomienda que se utilice el análisis de SK en 3 sitios como la herramienta principal para la valoración en los programas de certificación del peso corporal para colegios secundarios. Asimismo se recomienda la utilización de la ecuación de Lohman, ya que esta ha resistido ha diversos estudios de validación transversal con luchadores de la NCAA y también con luchadores de colegios secundarios (2, 3, 9, 10, 13,17). No solo la ecuación asociada es preferible, sino que la valoración mediante la medición de SK en 3 sitios podría ser ideal para muchos programas de certificación del peso corporal en colegios secundarios, debido a su costo relativamente bajo y a su simplicidad.

En estudios previos y también en la presente investigación, se ha utilizado el UWW como método de criterio. La utilización de la densitometría en la lucha puede tener ciertas limitaciones que se basan en la presunción de que la hidratación y la densidad de la masa libre de grasa permanecen constantes. Como ha sido documentado en varias ocasiones, las técnicas no adecuadas para la pérdida de peso corporal, tales como la deshidratación son consideradas como normas culturales dentro del deporte de la lucha. Los luchadores también pueden tener un avanzado desarrollo muscular en comparación con la población no atlética de la misma edad, lo cual también puede provocar alteraciones en los valores de la densidad obtenidos mediante UWW (2). Aunque los luchadores pueden tener una incrementada masa muscular, se debería señalar que los niños y los adolescentes pueden tener un mayor porcentaje de agua en sus tejidos libres de grasa lo cual resultará en menores valores de densidad que los obtenidos en adultos (2). Estas reducciones en la  $D_b$  pueden tener cierto impacto en la validez de las técnicas de valoración de la composición corporal.

Debido a estos factores extrínsecos, el nivel de hidratación debe ser estandarizado durante las evaluaciones. En el presente estudio se intentó controlar la hidratación prohibiéndole a los sujetos que ingieran fluidos o alimentos en las 4 horas previas a la evaluación. Si bien este método esta sujeto al cumplimiento de los sujetos, se debería señalar que los colegios participantes en el presente estudio buscaban implementar un WCP en sus programas de control de peso; y por lo tanto la adherencia al protocolo fue monitoreada y estimulada por el *staff* de entrenadores. Aunque en el presente estudio no se valoró la gravedad específica de la orina, los resultados respecto de la ADP concuerdan con los resultados obtenidos por Utter et al. en el 2003 (17). Utter et al., recientemente demostraron que los valores de  $D_b$ , %BF y FFM obtenidos mediante ADP no eran significativamente diferentes respecto de los valores obtenidos mediante UWW tanto en luchadores

hidratados como en luchadores deshidratados.



**Figura 2.** Conformidad en los valores del porcentaje de grasa determinados mediante diferentes técnicas para la valoración de la composición corporal en Luchadores de Colegios Secundarios.

En contraste con investigaciones previas y con los hallazgos de este estudio respecto de la ADP, Collins et al. (4) hallaron que el %BF medido en jugadores de fútbol americano de la División I, determinado mediante la técnica de ADP (15.1%), era significativamente menor que el determinado mediante la técnica de UWW (17.0%). Las investigaciones que reflejan la validez de la ADP en niños también han producido resultados diferentes (6, 7, 8,12). Fields et al. (8) reportaron que en promedio, la técnica del BOD POD® proporcionaba valores de %BF significativamente diferentes a los obtenidos con la técnica de UWW. Estos investigadores también reportaron un EEE del 3.3%, el cual se encuentra solo en un rango bueno para la evaluación de la consistencia. Otros estudios que han llevado a cabo estudios con niños (6, 12) han reportado que los valores de %BF obtenidos mediante ADP son con frecuencia mayores que los obtenidos mediante UWW, pero no declararon si eran significativamente diferentes.

Si bien el propósito principal del presente estudio era evaluar la validez de la ADP en comparación con mediciones de criterio, tales como el UWW y SK, se ha considerado evaluar la técnica de BIA. Este estudio no demuestra la validez de la BIA. Si bien la diferencia en los valores medios de %BF obtenidos mediante BIA y UWW solo difirieron en un 1.89%, la BIA solo produjo una correlación moderada con el UWW ( $r=0.587$ ). El análisis de regresión también indicó que la BIA era una medida de evaluación inconsistente ( $r^2=0.3443$ ,  $EEE=5.58\%$ ) demostrando además una desviación significativa con respecto a la recta de identidad. Los resultados del presente estudio indican que con una baja adiposidad, la BIA subestima el %BF, pero a medida que la adiposidad se incrementa en un sujeto, la BIA tiene más probabilidades de sobreestimar el %BF. Existe limitada investigación disponible respecto de la utilización de la BIA para la valoración de la composición corporal en luchadores de colegios secundarios. Por lo tanto, se debería tener precaución al utilizar la BIA como un método confiable para valorar el %BF en cualquier WCP. Como se señaló con la densitometría, la hidratación es un factor clave que influencia los resultados. Las variaciones en el contenido de agua luego de la realización de ejercicios, la

deshidratación y la restricción en la ingesta de fluidos deben ser estandarizadas antes de la utilización de la BIA (2, 18).

Los hallazgos del presente estudio deberían sumarse a la creciente cantidad de investigaciones que examinan la validez de medir el %BF mediante la ADP y en comparación con el UWW (4-8, 11, 12,17). El presente estudio demostró que el %BF puede ser exitosamente medido en luchadores de colegios secundarios utilizando la ADP. El sistema BOD POD® puede ser considerado ventajoso debido al hecho de que requiere menos destreza técnica que el UWW y utiliza aire en lugar de agua, lo cual proporciona un ambiente más confortable y confiable para la evaluación de los sujetos. Esta tecnología puede ser utilizada para computar el peso mínimo de lucha de una manera segura, relativamente rápida y precisa.

Si bien las diferentes técnicas para la valoración de la composición corporal pueden mostrar diferencias significativas entre sus valores medios, la consistencia de estas técnicas también debe ser evaluada. Además, si bien estas mediciones son consideradas apropiadas, se debería señalar que las recomendaciones basadas en el presente estudio se han realizado a partir de un pequeño número de luchadores con una gran varianza en la composición corporal. Este estudio incluyó datos de todas las categorías de pesos, lo cual podría explicar las varianzas en las desviaciones estándar, así como también las discrepancias dentro de las medias del %BF. Las futuras investigaciones deberían incluir la evaluación del %BF dentro de cada categoría de peso y también incluir el nivel de hidratación de los atletas. En este estudio en particular se descubrió que si bien el análisis de SK en 6 sitios difirió significativamente con respecto al valor medio del %BF, todavía puede ser considerada una medición consistente. Por lo tanto su utilización, al igual que el UWW, la ADP y el análisis de SK en 3 sitios podría ser apropiado para el cálculo del peso mínimo de lucha, siempre y cuando este procedimiento sea utilizado en el mismo atleta durante toda la temporada. Se recomienda que las valoraciones llevadas a cabo con las técnicas de ADP, UWW y SK en 3 sitios sean consideradas cada una como un procedimiento válido para calcular el peso mínimo de lucha en luchadores de colegios secundarios.

### Agradecimientos

Los autores agradecen las contribuciones y el respaldo del Programa de Subvenciones para Investigación de la Universidad del Estado de Illinois.

### Dirección para el Envío de Correspondencia

Dale Brown, Ph.D. Physiological Assessment Lab, School of Kinesiology and Recreation, Illinois State University, Normal, IL 61790-5120, USA, (309) 438-7547, Fax (309) 438-5559, dbrown@ilstu.edu

## REFERENCIAS

1. ACSM (1996). Position Stand on Weight Loss in Wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 28(2): ix-xii
2. Clark RR, Kuta JM, Sullivan JC, Bedford WM, Penner JD, Studesville EA (1993). A comparison of methods to predict minimal weight in high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 25(1):151-158
3. Clark RR, Sullivan JC, Bartok C, Scholler DA (2003). Multicomponent Cross-Validation of Minimum Weight Prediction for College Wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 35(2):342-347
4. Collins MA, Millard-Stafford ML, Sparling PB, Snow TK, Roskoph LB, Webb SA, Omer J (1999). Evaluation of the BOD POD® for assessing body fat in collegiate football players. *Med Sci Sports Exerc* 31(9):1350-1356
5. Dempster P, Aitkens S (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 27(12):1692-1697
6. Dwejt O, Fuller ND, Fewtrell MS, Elia M, Wells JCK (2000). Whole body air displacement plethysmography compared with hydrodensitometry for body composition analysis. *Arch Dis Child* 82:159-164
7. Fields DA, Goran MI, McCroy MA (2002). Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr* 75:453-467
8. Fields DA, Goran MI (2000). Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol* 89:613-620
9. Kinningham RB, Gorneflo DW (2001). Weight loss methods of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 33(5):810-813
10. Lohman, TG (1981). Skinfolts and body density and their relation to body fatness: A review. *Hum Biol* 53:181-225
11. McCroy MA, Gomez TD, Bernaure EM, Mole PA (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 27(12):1686-1691
12. Nunez C, Kover AJ, Peotrobelli A (1999). Body composition in children and adults by air displacement plethysmography. *Eur J Clin Nutr* 53:382-387
13. Opplieger RA, Harms RD, Herrmann DE, Streich CM, Clark RR (1995). The Wisconsin wrestling minimum weight project: a model for weight control among high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 27(8):1220-1224
14. Opplieger RA, Landry GL, Foster SW, Lambrecht AC (1993). Bulimic behaviors among interscholastic wrestlers: a statewide survey. *Pediatrics* 91:826-831

15. Tipton CM (1980). Physiologic problems associated with the [making of weight]. *Am J of Sports Med* 8(6):449-450
16. Tipton CM, Oppliger RA (1984). The Iowa wrestler study: Lessons for physicians. *Iowa Medicine* 74:381-385
17. Utter AC, Goss FL, Swan PD, Harris GS, Robertson RJ, Trone GA (2003). Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 35(3):500-505
18. Utter AC, Scott JR, Oppliger RA, Visich PS, Goss FL, Marks BL, Nieman DC, Smith BW (2001). A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedance and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res* 15(2):157-160

### **Cita Original**

Brown D.B., Mackenzie J.E., Dennis K.K., Cullen R.W. Comparison of Body Composition Techniques to Determine Body Fat in High School Wrestlers. *JEPonline*; 9 (3): 24-32, 2006