



Educación Física y Ciencia, vol. 28, núm. 3, e366, julio-septiembre 2026. ISSN 2314-2561
 Universidad Nacional de La Plata
 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
 Departamento de Educación Física

Evaluación y perspectivas de la bioimpedancia corporal en jóvenes futbolistas

Evaluation and prospects of body bioimpedance in young soccer players

Avaliação e perspectivas da bioimpedância corporal em jovens jogadores de futebol

Ivan Bocharin

Privolzhsky Research Medical University, Department of Physical Culture and Sport, Federación de Rusia

 <https://ror.org/00apdsa62>

bocharin.ivan@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4961-5351>

Asylbek Eshiev

Osh State University, Department of Pedagogy, Osh, Kirguistán

 <https://ror.org/0449rh157>

asylbekeshiev@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2022-5624>

Maxim Guryanov

Privolzhsky Research Medical University, Department of Physical Culture and Sport, Federación de Rusia

 <https://ror.org/00apdsa62>

msg210411@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9910-5141>

Anton Vorozheikin

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Physical Education, Sports and Tourism, Federación de Rusia

 <https://ror.org/02x91aj62>

anton8894@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0000-5078-5553>

Vladislav Bakayev

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Institute of Physical Education, Sports and Tourism, Federación de Rusia

 <https://ror.org/02x91aj62>

vlad.bakayev@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2770-7650>

Elena Romanova

Altai State University, Physical Education Department, Federación de Rusia

 <https://ror.org/04m4wwh75>

romanovaev.2007@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4317-605X>

Recepción: 30 de diciembre de 2025 | Aceptación: 27 de abril de 2026 | Publicación: 1 de julio de 2026

Cita sugerida: Bocharin, I., Eshiev, A., Guryanov, M., Vorozheikin, A., Bakayev, V. y Romanova, E. (2026). Evaluación y perspectivas de la bioimpedancia corporal en jóvenes futbolistas. *Educación Física y Ciencia*, 28(3), e366. <https://doi.org/10.24215/23142561e366>



Obra bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



Resumen

El objetivo fue estudiar la composición corporal de jóvenes futbolistas mediante bioimpedancia, identificar características individuales mediante análisis de conglomerados y evaluar sus relaciones con el estado metabólico. Participaron veinticinco adolescentes varones de 12 a 13 años que practicaban fútbol. El índice de masa corporal se calculó con una báscula con tallímetro VMEN-200-50/100-S-ST-A, y el sistema MedicalSoft Sports Testing System se utilizó para el análisis de bioimpedancia. Se evaluaron el tejido adiposo visceral, el agua corporal, los fluidos extracelulares e intracelulares, la masa grasa y muscular, la tasa metabólica basal y el ángulo de fase. Los resultados mostraron un nivel adecuado de aptitud física y un equilibrio relativo entre masa grasa y muscular. Algunos participantes presentaron variabilidad en sus parámetros, lo que puede requerir individualización del entrenamiento. El análisis de conglomerados identificó tres grupos: uno con mayor riesgo de obesidad; otro con un equilibrio óptimo para el rendimiento deportivo; y un tercero que requiere ajustes dietéticos y de hidratación por ingesta calórica insuficiente y agotamiento de las reservas energéticas. Las correlaciones entre composición corporal y parámetros metabólicos pueden ser útiles para desarrollar programas personalizados de entrenamiento y nutrición.

Palabras clave: Análisis de bioimpedancia, Entrenamiento deportivo, Fútbol, Adolescentes, Educación física

Abstract

The aim of this work is to study the body composition of young soccer players using bioimpedance analysis, identify individual characteristics through cluster analysis, and evaluate relationships between body composition and metabolic status. Twenty-five male adolescents aged 12 to 13 playing football in a sports section participated. Body mass index was calculated automatically using a VMEN-200-50/100-S-ST-A scale with a height meter, and the MedicalSoft Sports Testing System was used as a bioimpedance analyzer. Visceral adipose tissue, total water content, distribution of extracellular and intracellular fluids, fat and muscle mass, basal metabolism, and phase angle were monitored. The results characterize an adequate level of physical fitness, with a relative balance between fat and muscle mass. Some participants showed variability in their parameters, which may require individualization of training. Cluster analysis revealed three groups: the first represents a high risk of obesity and related health problems; the second, an optimal balance of parameters favoring excellent athletic performance; and the third requires dietary and hydration adjustments due to insufficient caloric intake and depletion of energy reserves. Correlation analysis reveals important relationships between body composition and metabolic parameters, useful for developing personalized training and nutrition programs.

Keywords: Bioimpedance Analysis, Sports Training, Soccer, Teenagers, Physical Education

Resumo

O objetivo foi estudar a composição corporal de jovens jogadores de futebol por meio da bioimpedância, identificar características individuais por análise de agrupamentos e avaliar suas relações com o estado metabólico. Participaram vinte e cinco adolescentes do sexo masculino, com 12 a 13 anos, que praticavam futebol. O índice de massa corporal foi calculado com uma balança com estadiômetro VMEN-200-50/100-S-ST-A, e o sistema MedicalSoft Sports Testing System foi utilizado para a análise de bioimpedância. Foram avaliados o tecido adiposo visceral, a água corporal, os fluidos extracelulares e intracelulares, a massa gorda e muscular, a taxa metabólica basal e o ângulo de fase. Os resultados mostraram nível adequado de aptidão física e equilíbrio relativo entre massa gorda e muscular. Alguns participantes apresentaram variabilidade nos parâmetros, podendo exigir individualização do treinamento. A análise de agrupamentos identificou três grupos: um com maior risco de obesidade; outro com equilíbrio ideal para o rendimento esportivo; e um terceiro que requer ajustes na dieta e hidratação por ingestão calórica insuficiente e esgotamento das reservas energéticas. As correlações entre composição corporal e parâmetros metabólicos podem auxiliar no desenvolvimento de programas personalizados de treinamento e nutrição.

Palavras-chave: Análise de bioimpedância, Treinamento esportivo, Futebol, Adolescentes, Educação física

Introducción

El análisis cualitativo de la composición corporal desempeña un papel importante en el estudio de las características corporales de personas de diferentes grupos de edad y se utiliza con éxito en diversos campos de la educación física y el deporte, así como en la medicina deportiva, para evaluar la condición física de las personas que realizan actividad física (Vybornaya et al., 2023; Guryanov et al., 2024). Los métodos tradicionales para diagnosticar este componente utilizan métodos científicamente probados, como la determinación del índice de masa corporal, la caliperometría, la absorciometría de rayos X de energía dual, la resonancia magnética y otros (Korolkov y Yakovleva, 2021). En la práctica diaria, se da preferencia a métodos simples y accesibles para el cribado masivo que permiten realizar una evaluación en poco tiempo, como el análisis de bioimpedancia (Marra, M. et al., 2021). Las principales ventajas de este método son su conveniencia, no invasividad y rentabilidad. Permite obtener una muestra suficiente de parámetros importantes, como la masa grasa y muscular, los niveles de agua corporal, los fluidos intracelulares y extracelulares, la masa celular activa, el ángulo de fase y otros datos (Nikolaev y Shchelykalina, 2021; Rudnev et al., 2020; Wagner et al., 2025). La popularidad de este método se debe a la velocidad de medición y la facilidad de uso en entornos cotidianos.

Muchos investigadores enfatizan la relación entre la composición corporal y el rendimiento atlético. Así, la grasa corporal tiene un impacto negativo en el rendimiento de velocidad-fuerza y la resistencia, mientras que el aumento de la masa muscular tiene un efecto positivo en la fuerza y la potencia explosiva (Gudimov et al., 2021; Oliveira, T. M. et al., 2021; Sagayama et al., 2023). Además, el control del balance hídrico predice el mantenimiento de un rendimiento y una recuperación óptimos después del ejercicio (Vybornaya y Nikityuk, 2023; Francisco et al., 2021). Se observa que el uso del análisis de bioimpedancia permite monitorear la dinámica de la composición corporal, incluso en adolescentes, durante el entrenamiento, lo cual es un componente crucial para optimizar el entrenamiento y prevenir la sobrefatiga (Voitsekovich y Privalov, 2022). Se sabe que el proceso de crecimiento y desarrollo está asociado con adaptaciones relacionadas con los cambios en las proporciones corporales en adolescentes (Bocharin et al., 2024). Además, el análisis de bioimpedancia permite la detección oportuna de desviaciones emergentes, no solo en situaciones de cribado urgente, sino también en el seguimiento a largo plazo, lo que permite adaptar el entrenamiento a las características individuales y a las necesidades de crecimiento del cuerpo (Okorokov et al., 2022; Bocharin et al., 2023; Campa et al., 2023; Rodríguez et al., 2004).

A pesar de ciertos errores en la precisión de los cálculos con este método, como altas concentraciones de grasa subcutánea, bajos niveles de hidratación o la presencia de procesos inflamatorios, ofrece numerosas ventajas, lo que lo convierte en una herramienta clave en la práctica deportiva. Por lo tanto, el seguimiento oportuno de los cambios en la composición corporal en adolescentes permite ajustar el entrenamiento, optimizar la nutrición, el trabajo y el descanso, mejorando así la competitividad de sus resultados. Esto determinó el propósito del estudio.

El objetivo del estudio fue examinar las características de la composición corporal de jóvenes varones que participan en un club de fútbol mediante análisis de bioimpedancia, identificar las características individuales mediante análisis de conglomerados y evaluar las posibles relaciones entre la composición corporal y el estado metabólico.

Metodología

El experimento involucró a 25 adolescentes varones de 12 a 13 años, que participan en un club de fútbol del Centro de Cultura Física Infantil Vorsma (Vorsma, Rusia). La frecuencia de entrenamiento de los jóvenes fue de al menos cinco veces por semana, con una duración de 90 a 120 minutos. Además, los sujetos participaron

en diversas competiciones regionales, interregionales, nacionales e internacionales. Antes del estudio, los padres de los sujetos firmaron el consentimiento informado para participar en el experimento, el cual cumple con las normas éticas vigentes. Todos los participantes podían retirarse del estudio en cualquier momento. El índice de masa corporal (IMC) se calculó automáticamente utilizando un estadiómetro VMEN-200-50/100-S-ST-A (Tambov, Rusia), que se utilizó para determinar la altura y el peso de los sujetos. El error en la determinación del peso corporal no fue más que 0,1 kg.

Las mediciones de la composición corporal se realizaron en una habitación tranquila a una temperatura ambiente de 22-24 °C y una humedad relativa del 45-55 %. Los participantes se encontraban en reposo fisiológico relativo y siguieron las recomendaciones estándar antes del análisis de bioimpedancia: evitaron el café y el té el día anterior al estudio, moderaron su consumo de azúcar y sal, y evitaron comer en exceso. El día del estudio, evitaron cualquier actividad física o procedimientos de fisioterapia. También se abstuvieron de comer y beber durante 3-4 horas antes del análisis de bioimpedancia. Se utilizó el sistema de pruebas deportivas MedicalSoft (modificación MS FIT-01, Moscú, Rusia) como analizador de bioimpedancia. Esta prueba se realizó inmediatamente después de la antropometría y la determinación del IMC. El equipo consta de una unidad de procesamiento de datos y cuatro plataformas de acero inoxidable que actúan como electrodos a través de los cuales se aplica una corriente de sonda de baja potencia (500-800 μ A), seguida de la determinación de la resistencia activa y reactiva de los tejidos corporales y el cálculo de los parámetros de composición corporal. El análisis de bioimpedancia tuvo una duración de un minuto para cada participante. Se utilizaron los siguientes parámetros para el monitoreo: tejido adiposo visceral (TAV), agua corporal total (TAF), distribución hídrica extracelular (AEC) e intracelular (AIC) (L), masa grasa (MG) y muscular (MM) (kg), tasa metabólica basal (BM) y ángulo de fase (FA).

Los datos obtenidos se procesaron mediante el método de análisis de variación con Statistica 10.0 y Excel 2016 para Windows. Los parámetros se presentan como la mediana (Me) y los percentiles 25-75 (25-75%). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de la distribución. Se empleó la agrupación jerárquica para estimar el número de conglomerados en la muestra. Para asignar a los participantes a los grupos en función de las diferencias individuales en los marcadores de composición corporal, se utilizó el análisis de conglomerados de K-medias, determinando los centroides y las distancias entre los puntos más cercanos. La significancia estadística de las diferencias en los indicadores entre conglomerados se evaluó mediante ANOVA de una vía. Se determinó la fuerza de las correlaciones entre los parámetros mediante la correlación de rangos de Spearman y la prueba paramétrica de Pearson. El nivel de significación estadística se estableció en 0,05.

Resultados

El análisis de la composición corporal de los jóvenes nos permitió comprender mejor sus características corporales a partir de los resultados del análisis de bioimpedancia (Tabla 1).

Los valores estándar de esta tabla son generados por el equipo utilizado, basándose en un algoritmo integrado por los desarrolladores de software y hardware. Estos estándares se basan en estándares generalmente aceptados para jóvenes sanos que practican deporte activamente y también consideran factores específicos de la edad. Los resultados presentados en la tabla ofrecen una visión completa de las características de la composición corporal de los sujetos según los parámetros clave del análisis de bioimpedancia.

En el análisis de la composición corporal, el índice de masa corporal (IMC) desempeña un papel fundamental, integrando la relación entre la longitud y la masa corporal. La mediana del IMC fue de 16,6 kg/m², con percentiles 25-75 que oscilaron entre 15,8 y 17,9 kg/m², respectivamente, lo cual es coherente con los valores normales. La grasa visceral se registró en 2,7 cm² (percentil 25-75: 1,9 a 3,6 cm²), lo cual puede afectar directamente el rendimiento deportivo y la salud general. El contenido total de agua fue de 24,0 litros (22,8 a 27,7 litros, percentil 25-75), lo cual es coherente con la norma para un adolescente con entrenamiento intenso.

Tabla 1

Parámetros de composición corporal de jóvenes futbolistas según los resultados del análisis de bioimpedancia (n=25),
Me 25-75%

Parámetros	Jóvenes futbolistas (n=25)	Estándar
Índice de masa corporal (IMC), kg/m ²	16.6 (15.8-17.9)	16.0-18.5
Tejido adiposo visceral (TAV), cm ²	2.7 (1.9-3.6)	Менее 3.0
Cantidad total de agua (ACT), L	24.0 (22.8-27.7)	22.0-28.0
Agua extracelular (AEC), L	10.5 (10.2-11.8)	9.5-12.0
Agua intracelular (AIC), L	13.7 (12.7-15.9)	12.0-16.0
Masa grasa (MG), кг	7.9 (6.6-11.3)	7.0-12.0
Masa muscular (MM), кг	48.5 (46.9-57.0)	45.0-55.0
Metabolismo basal (MB), kcal	1223.0 (1175.0-1333.0)	1150.0-1300.0
Ángulo de fase (AF), u.a.	6.5 (5.8-7.1)	6.0-7.5

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que este indicador es importante para el transporte de nutrientes y la eliminación de desechos, lo cual incide directamente en la resistencia y la recuperación. El agua extracelular fue de 10,5 litros (rango 25-75%: 10,2-11,8 litros), mientras que el agua intracelular fue de 13,7 litros (rango 25-75%: 12,7-15,9 litros). La distribución de estas proporciones de líquidos en el cuerpo indica una adaptación satisfactoria a la actividad física.

Se debe considerar la proporción de grasa a masa muscular, ya que se correlaciona directamente con el rendimiento físico, como la fuerza, la resistencia y la flexibilidad. La masa grasa se registró en 7,9 kg (Me 25-75%: 6,6-11,3 kg), mientras que la masa muscular fue de 46,5 kg (Me 25-75%: 46,9-57,0 kg), lo que indica un desarrollo corporal armonioso bajo la influencia de cargas constantes de entrenamiento y competición. Esto se refleja además en la tasa metabólica basal, que caracteriza la alta tasa metabólica entre los participantes del experimento. La mediana de este indicador fue de 1223,0 kcal al día (rango 25-75%: 1175,0-1333,0 kcal al día). Cabe destacar el indicador de ángulo de fase, basado en los resultados de la prueba de bioimpedancia. Se registró dentro de 6,5 unidades de energía normal (Me 25-75%: 5,8-7,1 unidades de energía normal), lo que indica una buena integridad celular y actividad metabólica, lo que se refleja en un alto nivel de condición física.

Por lo tanto, los indicadores clave confirman un nivel óptimo de condición física y una condición corporal adecuada en los adolescentes, con especial atención a la proporción de masa grasa y muscular. Sin embargo, se observó cierta variabilidad en estos indicadores en algunos participantes, lo que podría requerir entrenamiento individualizado para estabilizarlos y mejorar el rendimiento deportivo.

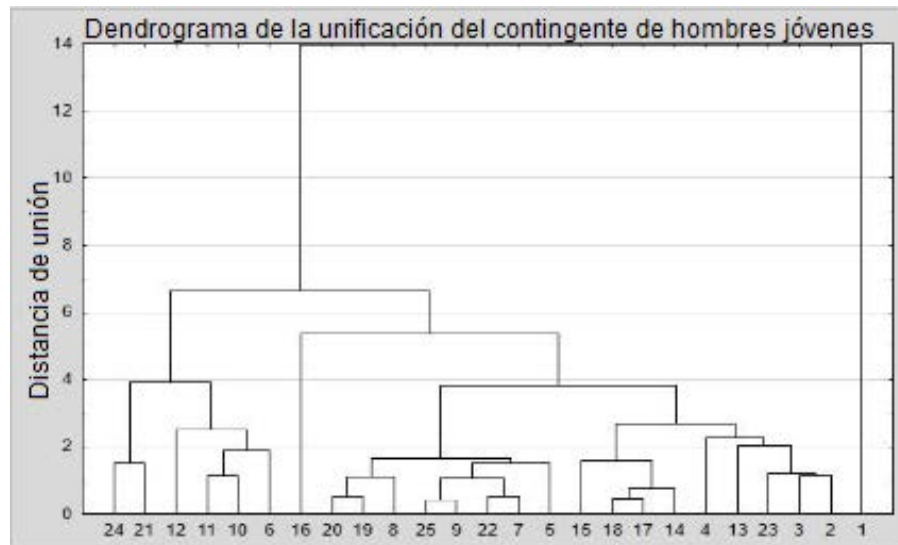
Se realizó un análisis de conglomerados jerárquico que permitió estimar el número de conglomerados en la muestra del estudio, considerando las mediciones de bioimpedancia. El diagrama de conglomerados jerárquico se muestra en la Figura 1 (Figura 1). Con base en los resultados de este análisis estadístico, se puede asumir que se pueden identificar tres conglomerados en un grupo de 25 jóvenes que juegan al fútbol. Con base en las suposiciones anteriores, se realizó un análisis de conglomerados de K-medias para estudiar exhaustivamente la distribución de los participantes del experimento en grupos, considerando las mediciones de bioimpedancia. Se identificaron tres conglomerados: el primero incluyó a un solo sujeto, el segundo a 10 personas y el tercero a 14 jóvenes. La visualización de este análisis estadístico se presenta en el gráfico de medias (Figura 2), y los valores cuantitativos de los conglomerados se presentan en la Tabla 2 (Tabla 2). El análisis revela una clasificación de

los sujetos, lo que nos permite identificar diferencias específicas en los datos de composición corporal para una comprensión cualitativa de los procesos de adaptación en estos jóvenes atletas masculinos.

En el primer grupo, un sujeto destaca por su alto índice de masa corporal y alta masa grasa. Además, el tejido adiposo visceral es mayor que en otros grupos de hombres jóvenes, al igual que la distribución hídrica, la tasa metabólica basal y el ángulo de fase. Esto indica un exceso de peso corporal, que puede suponer una carga adicional para los sistemas cardiovascular y musculoesquelético, y una mayor concentración de grasa visceral puede estar asociada a diversos trastornos metabólicos. El segundo grupo se caracteriza por un menor contenido de grasa y una alta masa muscular. Los sujetos de este grupo también presentan un índice de masa corporal normal y un contenido de agua moderado, lo que indica una hidratación adecuada y una composición corporal equilibrada. Su estado metabólico es cercano al óptimo, según los datos de la tasa metabólica basal y el ángulo de fase. Sin embargo, este grupo se caracteriza por una cierta disminución del agua extracelular e intracelular, lo que puede requerir un ajuste del régimen de bebida.

Figura 1

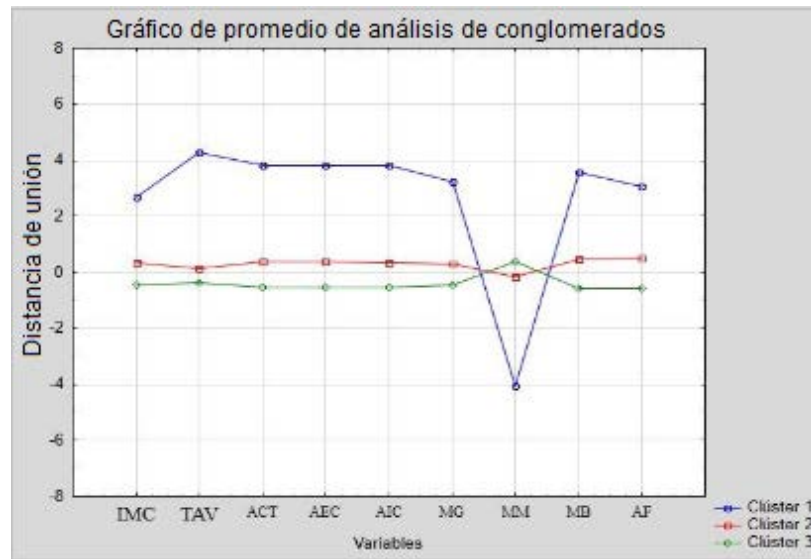
Dendrograma de agrupamiento jerárquico de sujetos para determinar el número de conglomerados en una muestra según mediciones de bioimpedancia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Gráfico de medias del análisis de conglomerados mediante el método K-medias basado en mediciones de bioimpedancia



Fuente: Elaboración propia.

El tercer grupo incluye a adolescentes con un mínimo de grasa corporal y una masa muscular moderada. Este grupo presenta el índice de masa corporal más bajo, un contenido de agua corporal total reducido y una distribución de fluidos intra y extracelulares reducida. Además, la tasa metabólica basal y el ángulo de fase son los más bajos de este grupo, lo que podría indicar una ligera deficiencia en las reservas energéticas del cuerpo, posiblemente debido a una ingesta calórica insuficiente y una ralentización de los procesos metabólicos. Esto predice un menor rendimiento deportivo, sumado a una actividad física limitada.

Por lo tanto, podría requerirse un enfoque individualizado, que incluya ajustes en la ingesta de líquidos y la nutrición, así como en las cargas de entrenamiento, para lograr una composición corporal óptima.

En la etapa final, se evaluaron las correlaciones entre los parámetros estudiados, como se refleja en la matriz de correlación (Tabla 3). Este análisis reveló correlaciones significativas entre los parámetros de bioimpedancia entre los sujetos. Se encontró una fuerte correlación positiva entre el índice de masa corporal y la masa grasa ($r = 0,88$, $p < 0,05$), lo que indica que el exceso de masa grasa contribuye al aumento del IMC. Esto confirma patrones conocidos de que el exceso de peso corporal se asocia con un alto contenido de grasa.

Tabla 2

Indicadores de composición corporal de jóvenes futbolistas según mediciones de bioimpedancia en grupos (n=25),
M±m

Indicador	Grupo 1(n=1)	Grupo 2(n=10)	Grupo 3(n=14)
Índice de masa corporal (IMC), kg/m ²	27.8±0.0	18.1±1.5*	14.8±4.0*^
Tejido adiposo visceral (TAV), cm ²	20.7±0.0	4.1±2.0*	2.0±1.2*^
Cantidad total de agua (ACT), L	50.2±0.0	28.8±3.8*	23.2±1.7*^
Agua extracelular (AEC), L	21.0±0.0	12.5±1.4*	10.2±0.6*^
Agua intracelular (AIC), L	29.2±0.0	16.3±2.3*	13.0±1.1*^
Masa grasa (MG), kg	25.4±0.0	12.6±3.4*	7.0±2.2*^
Masa muscular (MM), kg	43.1±0.0	58.0±7.0*	46.7±2.9*^
Metabolismo basal (MB), kcal	1852.0±0.0	1351.0±93.8*	1179.1±45.7*^
Ángulo de fase (AF), u.a.	9.0±0.0	6.9±0.4*	6.0±0.5*^

Nota. *^ - Las diferencias entre los indicadores de los diferentes grupos son estadísticamente significativas según el ANOVA unidireccional, p<0,05; * - entre el primer y el segundo grupo, así como entre el primer y el tercer grupo; ^ - entre el segundo y el tercer grupo.

Fuente: Elaboración propia.

El agua total, el líquido extracelular y el líquido intracelular también mostraron una fuerte correlación positiva ($r > 0,8$; $p < 0,05$), lo que refleja el mecanismo unificado de distribución del balance hídrico en el cuerpo y la importancia de mantenerlo para el funcionamiento óptimo de células y tejidos.

Tabla 3

Matriz de correlación de las relaciones entre los indicadores de composición corporal obtenida mediante análisis de bioimpedancia

Variable	IMC	TAV	ACT	AEC	AIC	MG	MM	MB	AF
IMC	1	0.86	0.72	0.59	0.68	0.88	-0.34	0.54	0.18
TAV	0.86	1	0.65	0.54	0.61	0.91	-0.39	0.49	0.15
ACT	0.72	0.65	1	0.87	0.92	0.68	0.32	0.76	0.41
AEC	0.59	0.54	0.87	1	0.83	0.56	0.28	0.68	0.36
AIC	0.68	0.61	0.92	0.83	1	0.64	0.36	0.78	0.45
MG	0.88	0.91	0.68	0.56	0.64	1	-0.42	0.51	0.19
MM	-0.34	-0.39	0.32	0.28	0.36	-0.42	1	-0.15	-0.21
MB	0.54	0.49	0.76	0.68	0.78	0.51	-0.15	1	0.38
AF	0.18	0.15	0.41	0.36	0.45	0.19	-0.21	0.38	1

Fuente: Elaboración propia.

Se registró una correlación negativa entre la grasa y la masa muscular ($r = -0,42$; $p < 0,05$), lo que destaca la importancia de aumentar la masa muscular al disminuir la masa grasa, lo cual debe tenerse en cuenta al desarrollar programas de entrenamiento. El ángulo de fase mostró correlaciones débiles pero significativas con el contenido total de agua y el metabolismo basal ($r = 0,41$; $p < 0,05$; $r = 0,38$; $p < 0,05$). Esta tendencia indica una relación entre este indicador, los procesos metabólicos y las reservas energéticas del cuerpo, lo que nos permite recomendar su uso para evaluar la integridad celular y los cambios en el estado metabólico. También se

demostró una fuerte correlación positiva entre el contenido total de agua y la tasa metabólica basal ($r = 0,76$; $p > 0,05$), lo que puede ser útil para evaluar el consumo energético y mantener la hidratación durante el entrenamiento y la competición.

Discusión

El presente experimento reveló patrones consistentes con datos de diversos estudios. Por ejemplo, se sabe que una alta proporción de masa grasa impacta negativamente no solo el rendimiento deportivo, sino también la salud general. Esto se confirma en nuestro estudio por la alta correlación entre el IMC y la masa grasa, lo que indica la necesidad de un seguimiento cuidadoso de la composición corporal en adolescentes que entrenan (Belkina et al., 2023; Girsh y Gerasimchik, 2018). Además, algunos resultados indican que una alta proporción de masa muscular contribuye a alcanzar un alto nivel de condición física, lo que incide directamente en la capacidad del cuerpo para competir (Stagi et al., 2022). Es importante tener en cuenta el estado de hidratación, que se asocia con las reservas energéticas del cuerpo y los cambios metabólicos que ocurren en él. Se sabe que el ejercicio físico intenso induce una cascada de cambios metabólicos debido al aumento del consumo de oxígeno en el músculo esquelético y al aumento de la demanda de oxígeno (Martín-Matillas et al., 2022).

El análisis de nuestro estudio reveló diferencias en la distribución de la masa grasa y muscular, lo cual debe considerarse al desarrollar programas de entrenamiento y recomendaciones dietéticas. Es importante destacar que algunos sujetos presentaron falta de masa muscular y exceso de tejido adiposo. Además, la distribución por grupos permite la clasificación cualitativa de los atletas para optimizar la gestión del entrenamiento, minimizando al mismo tiempo los riesgos de sobreentrenamiento y fatiga. Investigaciones futuras incluirán la ampliación del tamaño de la muestra y la realización de observaciones a largo plazo para comprender mejor la dinámica de los cambios en la composición corporal y el estado metabólico en jóvenes futbolistas. Esto abre nuevas perspectivas para la individualización y optimización de las cargas de entrenamiento, así como para el desarrollo de una dieta saludable en los sujetos del estudio.

Conclusiones

1. Los indicadores de composición corporal basados en la mediana y los intervalos del 25-75% indican un nivel adecuado de condición física en adolescentes, con un equilibrio relativo entre la masa grasa y muscular. Algunos participantes del experimento mostraron variabilidad en estos indicadores, lo que podría requerir la individualización del proceso de entrenamiento.

2. Los grupos examinados muestran amplias variaciones en la composición corporal de los jóvenes atletas. El primer grupo representa un alto riesgo de obesidad y problemas de salud asociados. El segundo grupo representa un equilibrio óptimo de indicadores que contribuye a un excelente rendimiento deportivo. El tercer grupo refleja la necesidad de ajustes en la dieta y la hidratación debido a la ingesta calórica insuficiente y al agotamiento de las reservas energéticas.

3. El análisis de correlación revela componentes importantes de las relaciones entre los indicadores de composición corporal y los parámetros que caracterizan las características metabólicas, que pueden ser utilizados por especialistas para desarrollar programas de entrenamiento y regímenes nutricionales personalizados.

Declaración de autoría / roles de colaboración

Conceptualización: Bocharin Ivan, Eshiev Asylbek.

Metodología: Bocharin Ivan, Guryanov Maxim. Análisis formal: Guryanov Maxim, Anton Vorozheikin.

Investigación: Bocharin Ivan, Vladislav Bakayev, Romanova Elena.

Recursos: Bocharin Ivan, Guryanov Maxim, Anton Vorozheikin.

Redacción – borrador original: Bocharin Ivan, Vladislav Bakayev, Romanova Elena.

Redacción – revisión y edición: Bocharin Ivan, Eshiev Asylbek, Vladislav Bakayev, Romanova Elena.

Supervisión: Eshiev Asylbek, Vladislav Bakayev.

Referencias bibliográficas

- Belkina, E. I., Kuznetsova, T. A., Churakova, I. Yu. y Zavyalova, A. N. (2023). Evaluación de la composición corporal mediante bioimpedancia en escolares rurales de diferentes edades y en diferentes condiciones de vida. *Revista terapéutica universitaria*, 5, 112-121. <https://doi.org/10.56871/UTJ.2023.89.16.011>
- Bocharin, I., Guryanov, M., Romanova, E., Suidin, P., Limarenko, O., Vorozheikin, A., Ryzhkova, L., Smirnov, V., Tyupa, P. y Dyussenova, L. (2023). Uso de pruebas antropométricas en estudiantes para evaluar su estado de salud física. *Revista de educación física y deporte*, 23(11), 3047-3053. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.11347>
- Bocharin, I. V., Guryanov, M. S., Rakhmanov, K. V., Komissarova, E. A. y Osipova, E. A. (2024). Características del desarrollo físico de estudiantes de último año en escuelas integrales basadas en el análisis de bioimpedancia de la composición corporal. *Revista internacional de investigación*, 12(150), 8. <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.107>
- Campa, F., Matias, C. N., Moro, T., Cerullo, G., Casolo, A., Teixeira, F. J. y Paoli, A. (2023). Métodos sobre materiales: La necesidad de ecuaciones específicas para cada deporte para predecir con precisión la masa grasa mediante análisis de bioimpedancia o antropometría. *Nutrients*, 15(2), 278. <https://doi.org/10.3390/nu15020278>
- Francisco, R., Jesus, F., Gomes, T., Nunes, C. L., Rocha, P., Minderico, C. S., Heymsfield, S. B., Lukaski, H., Sardinha, L. B. y Silva, A. M. (2021). Validez de los compartimentos hídricos estimados mediante espectroscopia de bioimpedancia en atletas con diferente estado de hidratación. *Scand J Med Sci Sports*, 31(8), 1612-1620. <https://doi.org/10.1111/sms.13966>
- Girsh, Ya. V. y Gerasimchik, O. A. (2018). El papel y el lugar del análisis de bioimpedancia en la evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes con diferentes pesos corporales. *Boletín de Medicina Siberiana*, 17(2), 121-132. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-2-121-132>
- Gudimov, S. V., Shkrebko, A. N., Osetrov, I. A., Pleshchev, I. E. y Kuznetsov, M. A. (2021). Características de la composición de los componentes corporales de los participantes en deportes de equipo y cíclicos. *Medicina deportiva: ciencia y práctica*, 11, 45-51. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.2.7>
- Guryanov, M., Bocharin, I., Kalyuzhny, E., Kraynik, V., Limarenko, O., Lukashevich, E., Tereshkin, A., Faleeva, E., Vorozheikin, A. y Tyupa, P. (2024). Personalización de la educación física basada en el estudio de la composición corporal y el soporte vegetativo corporal en estudiantes mujeres. *Revista de educación física y deporte*, 24(2), 353-359. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.02042>
- Korolkov, A. N. y Yakovleva, A. Yu. (2021). La diferencia entre el peso real y la suma de los componentes del peso determinados por básculas de bioimpedancia como indicador informativo de la composición corporal. *Educación Física y Entrenamiento Deportivo*, 3(37), 85-92. <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1766132593&tld=ru&lang=ru&name=ZHurnal-FViST>
- Marra, M., Di Vincenzo, O., Sammarco, R., Morlino, D. y Scalfi, L. (2021). Ángulo de fase de bioimpedancia en atletas masculinos de élite: un enfoque segmentario. *Physiol Meas*, 41(12), 125007. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abcb5c>
- Martín-Matillas, M., Rocha-Silva, D., Plaza-Florido, A., Delgado-Fernández, M., Marti, A., De Miguel-Etayo, P., Moreno, L. A., Marcos, A. y Campoy, C. (2022). Determinantes de los cambios longitudinales en el riesgo cardiometabólico en adolescentes con sobrepeso/obesidad: el estudio EVASYON. *Nutrients*, 14(15), 3241. <https://doi.org/3390/nu14153241>

- Nikolaev, D. V., y Shchelykalina, S. P. (2021). Análisis de bioimpedancia de la composición corporal humana: aplicación médica y terminología. *Nutrición Clínica y Metabolismo*, 2(2), 80-91. <https://doi.org/10.17816/clinutr72132>
- Okorokov, P. L., Aksenova, N. V., Stolyarova, S. A., Babaeva, E. V. y Isaeva, E. P. (2022). Prevalencia de sobrepeso y obesidad entre adolescentes menores de edad, miembros de las selecciones deportivas nacionales rusas. *Revista Pediátrica Rusa*, 3(1), 221-223.
- Oliveira, T. M., Penna-Franca, P. A., Dias-Silva, C. H., Bittencourt, V. Z., Cahuê, F. F. L. C., Fonseca-Junior, S. J. y Pierucci, A. P. T. R. (2021). Las ecuaciones predictivas de la tasa metabólica en reposo no son apropiadas para su uso en futbolistas adolescentes varones brasileños. *PLoS One*, 16(1), e0244970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244970>
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., Garagorri, J. M., Sarriá, A. y Bueno, M. (2004). Composición corporal en adolescentes: mediciones y aspectos metabólicos. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 54, 8. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802805>
- Rudnev, S., Burns, J. S., Williams, P. L., Lee, M. M., Korrick, S. A., Denisova, T., Dikov, Y., Kozupitsa, G., Hauser, R. y Sergeyev, O. (2020). Comparación de la composición corporal mediante bioimpedancia en adultos jóvenes en el Estudio Infantil Ruso. *Clin Nutr ESPEN*, 35, 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.10.007>
- Sagayama, H., Kondo, E., Tanabe, Y., Uchizawa, A., Evans, W. J., Shankaran, M., Nyangau, E., Hellerstein, M., Shiose, K., Yoshida, T., Yasukata, J., Higaki, Y., Ohnishi, T., Takahashi, H. y Yamada, Y. (2023). Comparación de los índices de impedancia bioeléctrica para la medición de la masa muscular esquelética y el agua intracelular en hombres jóvenes y atletas físicamente activos. *J Nutr*, 153(9), 2543-2551. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.07.010>
- Stagi, S., Silva, A. M., Jesus, F., Campa, F., Cabras, S., Earthman, C. P. y Marini, E. (2022). Utilidad del análisis vectorial de impedancia bioeléctrica clásico y específico para la medición de la composición corporal en niños. *Clin Nutr*, 41(3), 673-679. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.01.021>
- Voitsekhovich, A. E. y Privalov, A. V. (2022). Método de medición de bioimpedancia para optimizar la preactivación preliminar de la actividad muscular en futbolistas cualificados. Actas de la Universidad Estatal de Tula. Cultura Física. *Deporte*, 12, 87-94. <https://doi.org/10.24412/2305-8404-2022-12-87-94>
- Vybornaya, K. V. y Nikityuk, D. B. (2023). Ecuaciones para la determinación de la masa corporal magra y grasa en niños y adolescentes basadas en la antropometría y la medición de bioimpedancia (Revisión de la literatura). *Boletín de Nuevas Tecnologías Médicas. Publicación electrónica*, 17(5), 97-108. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2023-5-2-4>
- Vybornaya, K. V., Semenov, M. M., Radzhabkadiyev, R. M., Krikun, E. N., Klochkova, S. V. y Nikityuk, D. B. (2023). La evaluación de la composición corporal de jugadores de baloncesto mediante métodos de antropometría y bioimpedancia es una comparación de los resultados de técnicas computacionales y dos técnicas de hardware. *Medical Alphabet*, 29, 33-40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-29-33-40>
- Wagner, D. R., Heath, E. M., Harper, S. A., Cafferty, E. A., Teramoto, M., Evans, A., Burch, T., McBride, J., Spencer, S. y Vakula, M. N. (2025). Composición corporal multicomponente en deportistas universitarios de clubes deportivos. *J Int Soc Sports Nutr*, 22(1), 2446575. <https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2446575>