

# Cambios en la Composición Corporal y Ángulo de Fase Durante la Pretemporada en Jugadores de Fútbol Profesional

## Changes in Body Composition and Phase Angle During Pre-Season in Professional Soccer Players

Antonio Molina-López<sup>1</sup>; Heliodoro Moya-Amaya<sup>2</sup>; Pedro Estevan-Navarro<sup>1</sup>; Antonio Jesús Berral-Aguilar<sup>2</sup>; Daniel Rojano-Ortega<sup>2</sup> & Francisco José Berral-de la Rosa<sup>2</sup>

MOLINA-LÓPEZ, A.; MOYA-AMAYA, H.; ESTEVAN-NAVARRO, P.; BERRAL-AGUILAR, A. J.; ROJANO-ORTEGA, D. & BERRAL-DE LA ROSA, F. J. Cambios en la composición corporal y ángulo de fase durante la pretemporada en jugadores de fútbol profesional. *Int. J. Morphol.*, 40(2):348-354, 2022.

**RESUMEN:** El análisis y el control de la composición corporal son claves en el fútbol por su implicación en el rendimiento. El objetivo de este estudio fue identificar, en jugadores de fútbol profesional, el ángulo de fase (PhA) de miembros inferiores con los posibles patrones de mejora del componente magro en los mismos medido por DEXA. Al mismo tiempo, se estudió mediante BIA la evolución de parámetros hídricos de los jugadores, sometidos a un entrenamiento intenso y a un control nutricional de su alimentación y suplementación. Se evaluaron a 18 jugadores ( $26,28 \pm 5,1$  años;  $85,09 \pm 9,16$  kg;  $185,5 \pm 4,32$  cm) de un equipo de la primera división de fútbol italiana. Se llevó a cabo el estudio durante cuatro semanas, entre el 11 de julio (pre-test) y el 11 de agosto de 2021 (post-test). La intervención se llevó a cabo en su totalidad en pretemporada, con un confinamiento en modalidad de aislamiento o burbuja total por prevención al contagio del COVID-19, donde se monitorizaba en un alto porcentaje la vida del jugador, incluyendo factores como la alimentación, el entrenamiento y el descanso. La suplementación estuvo basada en antioxidantes, multivitamínicos, minerales y ácidos grasos poliinsaturados y dos productos en polvo (uno a base de creatina, glutamina y leucina, y otro, a base de aminoácidos esenciales). Los jugadores presentaron una mejora del PhA y del componente magro en los miembros inferiores, con una moderada correlación ( $r = 0,6$ ). Con respecto al agua intracelular y extracelular, señalar que, a pesar de la alta intensidad del ejercicio durante cuatro semanas, éstas se han mantenido constantes sin presentar variaciones significativas durante el periodo de estudio, lo que indica que no se ha producido un proceso de deshidratación del jugador.

**PALABRAS CLAVE:** Masa magra; BIA, DEXA; Rendimiento; Fútbol.

## INTRODUCCIÓN

El análisis y el control de la composición corporal (CC) son claves en el deporte, y sobre todo en el fútbol, por su implicación en la salud y en el rendimiento. La masa magra es un predictor de la salud muscular (Castizo-Olier *et al.*, 2018).

De los métodos de laboratorio, la Absorciometría Dual de Rayos-X (DEXA), modelo de tres compartimientos, es considerada la más adecuada para determinar la CC, aunque presenta varias desventajas como el costo del equipamiento y la necesidad de técnicos cualificados para analizar los resultados.

Otra herramienta útil para medir la CC es la Impedancia Bioeléctrica (BIA), la cual es rápida, segura y no invasiva. La BIA multifrecuencia es la más utilizada para la medición de los fluidos corporales (Moon, 2013). La BIA nos aporta información acerca de la resistencia (R) u oposición que ofrecen los tejidos al paso de una corriente eléctrica de tipo alterno, siendo ésta, inversa al contenido de agua y electrolitos, y la reactancia (Xc), u oposición que ofrecen las membranas celulares al paso de la corriente, lo que a su vez nos permite determinar el estado de integridad de las células (Di Vincenzo *et al.*, 2019).

<sup>1</sup> Departamento de Nutrición del Udinese Calcio SpA, Udine, Italia.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación CTS-595. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. España.

Uno de los valores interesantes que aporta la BIA es el ángulo de fase (PhA) [ $\text{PhA} = \arctan(Xc/R) * 180/\pi$ ] (Baumgartner *et al.*, 1988). El PhA expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos. Hay estudios en los que se manifiesta la utilidad del PhA en atletas (Marini *et al.*, 2020). Se ha observado que el PhA está asociado con la fuerza muscular, por lo que es de interés estudiar cómo varía la ratio Agua Intracelular (AIC) y agua Extracelular (AEC), así como la masa celular corporal (MCC) (Di Vincenzo *et al.*), habiéndose publicado estudios recientes que correlacionan positivamente el PhA, el AIC y índice AIC/AEC (Marini *et al.*).

El PhA también es interesante en el ámbito del deporte de alto rendimiento y, sobre todo, en el fútbol, donde la suplementación está presente en el día a día. Los deportistas ingieren una alta tasa de suplementos, como ya observó el comité de expertos de la UEFA (Collins *et al.*, 2021). Concretamente el uso de creatina y de aminoácidos esenciales, sobre todo la leucina, se ha descrito como eficaz en la ganancia de masa muscular, así como de ayuda a la recuperación tras los entrenamientos intensos (Church *et al.*, 2020).

Además, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un método de control de la carga muy utilizado para monitorizar el rendimiento de los entrenamientos y los partidos (Aughey, 2011), sobre todo en deportes de campo como el fútbol. Clemente *et al.* (2020) afirman que la distribución de la carga en pretemporada fue superior a la de temporada, por lo que el control y evolución del jugador en este período podría ser clave.

El objetivo de este estudio es identificar el PhA de los miembros inferiores con los posibles patrones de mejora del componente magro en los mismos me-

dido por DEXA durante la pretemporada en un equipo de fútbol profesional. Al mismo tiempo, se estudia la evolución de parámetros hídricos (AIC y AEC) de los jugadores, sometidos a un entrenamiento intenso en la pretemporada y a un control de su alimentación y suplementación.

Tabla I. Características generales de los sujetos al inicio del estudio. n=18

Variable	Media $\pm$ DE
Edad (años)	26,28 $\pm$ 5,1
Peso (kg)	85,09 $\pm$ 9,16
Estatura (cm)	185,5 $\pm$ 4,32

DE. Desviación Estándar.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Participantes.** La muestra del estudio fue de 23 jugadores del equipo Udinese Calcio, equipo de la primera división italiana de fútbol (Serie A). Se han eliminado cinco jugadores de la muestra al estar sometidos a un entrenamiento diferenciado o un período de lesión, por lo que la muestra final fue de 18 sujetos (Tabla I).

**Procedimientos.** Se llevó a cabo un estudio longitudinal durante cuatro semanas, entre el 11 de julio (pre-test) y el 11 de agosto de 2021 (post-test).

Durante el período de intervención, los jugadores realizaron una planificación del entrenamiento en las que el equipo de nutrición, además de controlar la alimentación de los jugadores, pautaba su suplementación orientada a la adaptación a las cargas de entrenamiento, desarrollo del componente muscular, el control de la inflamación y el efecto oxidativo subyacente. La intervención se llevó a cabo en su totalidad en pretemporada, con un confinamiento en Austria, en un hotel con instalaciones deportivas, en modalidad de aislamiento o burbuja total por prevención al contagio del COVID-19, dónde se monitorizaba en un alto porcentaje la vida del jugador, incluyendo factores como la alimentación, el entrenamiento y el descanso.



Fig. 1. Datos de GPS. Distancia en metros (m), energía consumida en Julios por kilogramo (J/kg), potencia metabólica en vatios por kilogramo (W/kg). Expresados en valores medios del grupo por semana en el período de intervención (pretemporada). n = 18.

El entrenamiento controlado por el staff técnico mediante GPS se muestra en la Figura 1, con un control sobre la carga de entrenamiento aeróbico durante el período establecido.

Las semanas de entrenamiento estaban constituidas por diez sesiones de entrenamiento aeróbico en el campo de fútbol y tres sesiones de entrenamiento de fuerza en gimnasio. La distancia media recorrida por semana por cada jugador fue de 43.875,5 metros, la energía media desarrollada por cada jugador fue de 184.608 J/kg de peso y la potencia metabólica, en los entrenamientos aeróbicos, 5,65 W/kg.

La suplementación a cada jugador fue administrada a diario mediante una dosificación personalizada (SPD) en un sistema de bolsas fabricado por el robot de dosificación TIMEDI JV-DEN. La suplementación estuvo basada en antioxidantes, multivitamínicos, minerales y ácidos grasos poliinsaturados, emblistados en el sistema SPD, combinado con estrategias orales en forma de polvo para disolución (cantidad de dosis 1 sobre) compuestos por creatina (3 g), glutamina (1 g) y leucina (1 g) y otro producto, compuesto por aminoácidos esenciales y minerales, ambos productos elaborados por un fabricante italiano según las especificaciones marcadas por el área de nutrición del club. Tabla II.

El menú diario ha sido elaborado por el área de nutrición y ejecutado por los cocineros del club. El menú contenía de manera aproximada un 50-55 % de carbohidratos; 20-25 % de ingesta de proteína y 25 % de ingesta de grasa, para de esta manera, asegurar una ingesta aproximada de 5-7 g de hidratos de carbono por kg de peso corporal, y una ingesta superior a 1,6 g de proteína por kg de peso corporal, mostrando especial atención en las ingestas post entrenamiento y post partido. Debido a que los jugadores seguían una dieta alta en proteínas, no se consideró necesaria la incorporación de suplementos proteicos post entrenamiento para maximizar las ganancias de masa muscular, como ya estudiaron Morton *et al.* (2019), los cuáles vieron que no se encontraban mejoras con la suplementación con proteínas en deportistas si ya consumían suficiente proteína diaria (1,6 g/kg de peso y día).

**Recolección de datos.** Todos los jugadores fueron evaluados mediante DEXA y BIA. Para la DEXA se utilizó el equipo modelo Prodigy Lunar y el Software GE HealthCare (Madison, WI). Para la toma de las variables correspondientes a la BIA, se utilizó un impedanciómetro multifrecuencia, octopolar y segmental, de marca TANITA y modelo MC 780-MA (Tanita Corp., Tokio, Japón).

Para ambos métodos antropométricos de laboratorio se siguieron las mismas condiciones de estandarización, pero

Tabla II. Ingredientes del producto 2.

Ingredientes	Cantidad por dosis (2 sobres)
L-leucina	1640 mg
L-lisina	1260 mg
L-valina	1092 mg
L-isoleucina	840 mg
L-treonina	630 mg
L-fenilalanina	524 mg
L-tirosina	524 mg
L-histidina	420 mg
L-metionina	315 mg
L-cisteína	315 mg
L-triptófano	168 mg
Vitamina D3	3,0 µg (60% VNR)
Vitamina K2	45 µg (60% VNR)
Vitamina C	48 mg (60% VNR)
Tiamina (vit. B1)	0,66 mg (60% VNR)
Riboflavina (vit. B2)	0,84 mg (60% VNR)
Piridoxina (vit. B6)	0,84 mg (60% VNR)
Cobalamina (vit. B12)	1,5 µg (60% VNR)
Potasio	600 mg (30% VNR)
Calcio	240 mg (30% VNR)
Magnesio	112,5 mg (30% VNR)
Zinc	3,0 mg (30% VNR)

VNR. Valor nutritivo de referencia.

realizando la medición de DEXA con el sujeto en posición de decúbito supino y la BIA en bipedestación, con los sujetos en ayunas, en una sala con control de temperatura (23 °C a 25°C), en las condiciones fisiológicas de no haber consumido líquidos y alimentos seis horas antes de la prueba, ni haber consumido alcohol, ni realizado deporte de alta intensidad en las doce horas previas, así como haber miccionado previamente y estar en reposo durante cinco minutos antes de la medición.

Las medidas iniciales y finales de DEXA y BIA se realizaron los mismos días. La primera medida se llevó a cabo en todos los jugadores los días 10 y 11 de Julio de 2021, justo al volver del período de vacaciones. La segunda se realizó los días 11 y 12 de agosto de 2021, justo al terminar el período en Austria y completando el período de pretemporada. Mediante DEXA se obtuvo la masa magra en ambos miembros inferiores, siendo el componente magro (MMp) la suma de los mismos. Para BIA, los valores obtenidos fueron PhA, Agua Corporal Total (ACT), AEC y AIC. El PhA corresponde al valor medio de ambos miembros inferiores a una frecuencia de 50kHz.

**Análisis estadístico.** Se realizó con el paquete de software SPSS para Windows, v. 25.0 (SPSS Inc., EE.UU.). Se efectuó una primera estadística descriptiva de las variables del estudio en el pre-test y en el post-test. Para comprobar la normalidad se realizó el test de Shapiro-Wilk. Como todas las

variables siguieron una distribución normal, se usó el test t de Student para muestras relacionadas a fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre el pre-test y el post-test. Además, se calculó la d de Cohen para conocer el tamaño del efecto y se interpretó de acuerdo al siguiente criterio: mínimo efecto (<0.20), efecto pequeño (0.20-0.50), efecto moderado (0.50-0.80), efecto grande (> 0.80). Finalmente, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar si existía una relación entre la variación experimentada en el PhA y la variación experimentada en MMp. Se interpretó el coeficiente de correlación de acuerdo con el criterio propuesto por Hopkins:  $r < 0.1$ , trivial;  $0.1 < r \leq 0.3$ , débil;  $0.3 < r \leq 0.5$ , moderado;  $0.5 < r \leq 0.7$ , fuerte;  $0.7 < r \leq 0.9$ , muy fuerte; and  $r > 0.9$ , casi perfecto. Los resultados fueron considerados significativos para una  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla III se muestran las medias de las variables estudiadas justo antes y después del período de pretemporada. Vemos que, de media, los jugadores presentaban algo menos de 18 kg (21,07 % del peso total) en el contenido de AEC, así como unos 35 kg en el AIC (41,57 % del peso total). En cuanto al índice de AIC/AEC presentan valores cercanos a dos, lo que quiere decir que, por cada kg de componente hídrico extracelular, presentan casi 1,97 kg del intracelular. En cuanto a la MMp, vemos como presentan algo más de 27 kg en el inicio del período, evolucionando de manera positiva hasta llegar al final del período con más de dos kg de ganancia de masa magra (2,144 kg), cambio estadísticamente significativo. El PhA mejora también significativamente tras el período de pretemporada, lo que nos indica que ha mejorado la integridad y la salud celular.

Además, se han observado fluctuaciones en los componentes hídricos (AEC, AIC y ACT), pero ninguno de ellos

presenta un cambio estadísticamente significativo. Por otro lado, la correlación que obtuvimos del PhA y la MMp fue moderada ( $r = 0,601$ ) (Fig. 2).

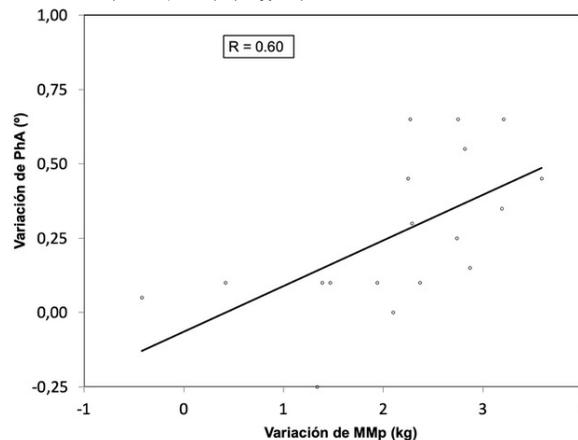


Fig. 2. Diagrama de dispersión y recta de ajuste de la variación de ángulo de fase (PhA) y Masa Magra de los miembros inferiores (MMp).

## DISCUSIÓN

En este estudio se ha analizado el comportamiento del PhA obtenido por BIA con las posibles mejoras del componente magro en miembros inferiores evaluado por DEXA, así como conocer la evolución de los parámetros hídricos obtenidos por BIA de los jugadores de un equipo de fútbol profesional, que estaban sometidos a un entrenamiento intenso en pretemporada y a un control nutricional completo de dieta y suplementación. Se ha observado un cambio significativo en el PhA y en la MMp, con una correlación moderada entre ellas. En cambio, los parámetros hídricos no sufrieron cambios estadísticamente significativos.

Distintos estudios concluyen que la BIA es una técnica de laboratorio fiable para estimar la CC, y que puede ser

Tabla III. Medias y desviaciones típicas de las variables del estudio obtenidas por BIA y DEXA. Diferencias significativas y tamaño del efecto.

Parámetros	Pre Media ± DE	Post Media ± DE	p-valor	Tamaño del efecto D de Cohen
AEC (kg)	17,93 ± 1,23	17,87 ± 1,07	0,310	-0,05
AIC (kg)	35,37 ± 4,4	35,52 ± 3,76	0,607	0,04
ACT (kg)	53,31 ± 5,59	53,37 ± 4,60	0,874	0,01
AIC/AEC (kg)	1,97 ± 0,12	1,98 ± 0,10	0,186	0,09
AIC/ACT (kg)	0,66 ± 0,01	0,66 ± 0,01	0,111	0,00
PhA (°)	7,28 ± 0,73	7,54 ±	0,000	0,35
MMp (kg)	27,52 ± 4,21	29,66 ±	0,000	0,52

AEC, Agua Extracelular; AIC, Agua Intracelular; ACT, Agua Corporal Total; AIC/AEC, Índice Agua Intracelular/Agua Extracelular; AIC/ACT, Índice Agua Intracelular/Agua Corporal Total; PhA, Ángulo de fase en grados; MMp, Masa Magra en piernas obtenida por DEXA; DE, Desviación Estándar. \*Diferencias significativas entre el pre y post. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ .

útil para medir de manera aislada a los deportistas o para hacer un seguimiento a largo plazo (Moon). Además, se ha observado que el PhA obtenido por este método está relacionado con la integridad y salud celular (Cunha *et al.*, 2018; Di Vincenzo *et al.*). Del mismo modo los índices hídricos de los componentes de agua corporal total (AIC y AEC) y la MCC están relacionados con el PhA, por lo que podría ser interesante ser estudiados en deportistas de élite (Marini *et al.*).

Como argumentaron Mundstock *et al.* (2019) en su metaanálisis, el ejercicio está relacionado con una mejora del PhA, pudiendo ser utilizado éste como un marcador de rendimiento físico. En el ámbito del deporte y del alto rendimiento, estudios muy recientes como los de Da Silva *et al.* (2022) concluyen que existe una relación entre el estrés oxidativo y la inflamación derivada de la práctica deportiva y el PhA. Esto abre una ventana más sobre la utilidad del PhA como herramienta de medición del deportista profesional.

Barbosa-Silva *et al.* (2005) presentaron valores de referencia del PhA de cuerpo completo para población normal, siendo su muestra, hombres y mujeres sanos categorizados por edad. Los varones entre 20-29 años poseen un PhA de 8,02, lo que consideramos excesivo y algo superior a la media, si bien los instrumentos de medida fueron diferentes (BIA monofrecuencia a 50 kHz).

El valor medio del PhA en miembros inferiores de nuestros deportistas (7,28 pre-test y 7,54 en el post-test) es ligeramente superior a otros estudios realizados con deportistas de élite, como los que observaron Yáñez-Sepúlveda *et al.* (2021) de 7,1 en una muestra de saltadores de élite de paracaidismo. Otros autores como Hernández-Jaña *et al.* (2021) observaron en mujeres, que el entrenamiento tanto de fuerza como de resistencia, mejoraba el PhA en todos los segmentos del cuerpo, al mismo tiempo que disminuía la grasa y aumentaba la masa muscular.

En nuestro estudio analizamos el PhA de los miembros inferiores, puesto que se ha demostrado recientemente que los cambios de este parámetro están más fuertemente relacionados con el rendimiento que los valores del PhA de cuerpo completo en jugadores de fútbol profesional de primera división (Bongiovanni *et al.*, 2021).

Autores como Berral-Aguilar *et al.* (2021) observaron, en una muestra similar, el efecto del confinamiento sobre la CC debido a la pandemia, concluyendo que la CC no empeoró, aunque sí lo hizo el PhA, por lo que el entrenamiento de alta intensidad controlado por GPS (Aughey; Clemente *et al.*, 2020), junto al control de la alimentación y suplementación de los jugadores, pudo ser el factor determinante en la evolución positiva del PhA en nuestra población.

Además, también se ha contemplado el estudio del PhA como un predictor de daño muscular e inflamación en jugadores de las mismas características, como ya describieron Moya-Amaya *et al.* (2021) concluyendo que podría ser de interés debido a que los cambios en éste se mantienen incluso 36 horas tras el ejercicio.

En nuestro estudio se emplearon las dosis recomendadas en la suplementación diaria como establecieron Collins *et al.* en la declaración del grupo de expertos de la UEFA, lo que apoya la reducción del componente inflamatorio y la mejora del PhA. La estrategia de suplementación orientada al control de la inflamación, provocada por una actividad física intensa, como la que se realiza en fútbol, fue demostrada por Molina-López *et al.* (2022), los cuales administraron antioxidantes post-ejercicio obteniendo una reducción de los parámetros relacionados con el estrés oxidativo.

Es cierto que los jugadores de fútbol profesional que inician la pretemporada mejoran en sus parámetros de CC, fundamentalmente porque vienen de un período vacacional en el que han perdido componente muscular y, por tanto, poseen un mayor margen de mejora. Hay estudios que describen cambios en la CC no uniformes en los resultados obtenidos en la pretemporada (Devlin *et al.*, 2017; Owen *et al.*, 2018; Clemente *et al.*, 2019); no obstante, en nuestro caso el trabajo de pretemporada ha estado centrado en recuperar la performance del jugador, con el objetivo de mejorar sus valores de máximo rendimiento, lo que pensamos hemos conseguido basados en el control de la vida del jugador en este periodo, entrenamiento, dieta y suplementación, que explicaría en nuestro caso la mejora de la CC.

Al igual que observamos en nuestros deportistas, Milanese *et al.* (2015) utilizando DEXA, han observado un aumento de la masa magra durante la temporada, respecto a los valores iniciales de pretemporada, siendo independientes los valores de la posición de juego. Además, los cambios fueron más significativos en los miembros inferiores. Estos autores concluyen que la DEXA puede ser una herramienta de monitoreo muy útil para profesionales de la actividad física a fin de valorar la CC del jugador.

Este tipo de evolución en la CC es habitual en otros deportes colectivos con alto contenido en acciones de alta intensidad y/o aceleraciones/desaceleraciones como puede ser el rugby (Mascherini *et al.*, 2015).

Los cambios en la composición hídrica del jugador también han sido descritos en la literatura. Aunque algunos autores como Marini *et al.* hallaron una correlación negativa entre el PhA y el Índice AEC/AIC, nuestro estudio no mostró una correlación significativa entre estos parámetros.

Mascherini *et al.* observaron que durante la pretemporada aumentó el AIC y AEC, argumentando que esto podría haber sucedido por la expansión del volumen plasmático. Además, afirman que el PhA aumentó considerablemente, así como la MCC durante la temporada. Estos datos entran en controversia con los obtenidos en nuestro estudio, ya que nuestra muestra mantuvo el AIC y el AEC casi estables durante todo el período de pretemporada, sin presentar variaciones significativas, aunque sí hemos encontrado mejoras significativas del PhA, coincidiendo con lo aportado por Mascherini *et al.* y Micheli *et al.* (2014). Señalar que el estudio de Mascherini *et al.* se realizó en jugadores de cuarta división mientras, que nuestra muestra era de primera división.

Por último, en nuestro estudio observamos un incremento significativo del componente magro en los miembros inferiores, ganancia que no fue acompañada de un aumento significativo de AIC y AEC. Con el entrenamiento intenso, y en el caso de no intervención, se esperaría una deshidratación intracelular (Nuccio *et al.*, 2017). Esto no ha acontecido en nuestra población que ha mantenido los niveles hídricos, posiblemente por el efecto de la creatina que ha demostrado disminuir el riesgo de deshidratación durante el ejercicio (Dalbo *et al.*, 2008), ya que se ha observado que esta puede producir ganancia de peso por retención de agua debido al aumento del glucógeno muscular (Maughan *et al.*, 2018), así como el efecto sobre la ganancia a nivel muscular de la leucina (Church *et al.*) contenida en uno de los suplementos administrados.

Limitaciones. Se debe tener en cuenta que nuestros resultados no se pueden comparar con los obtenidos a partir de mediciones realizadas con dispositivos DEXA y/o de BIA de un modelo distinto al especificado. Otra de las limitaciones es el reducido número de referencias bibliográficas que hacen referencia al PhA en miembros inferiores, por lo que se trata de una nueva línea de investigación que está demostrando este último año su potencialidad en deportes como el fútbol.

## CONCLUSIONES

En nuestro estudio de pretemporada, en el que los jugadores estuvieron sometidos a un programa de entrenamiento de alta intensidad, un control de la alimentación y la administración de suplementos, se produjo la mejora del PhA y del componente magro en los miembros inferiores, por lo que consideramos que el protocolo seguido es útil para implementarlo como programa de pretemporada en un equipo de fútbol profesional.

Con respecto al AIC y AEC, señalar que, a pesar de la

alta intensidad del ejercicio durante cuatro semanas, estas se han mantenido estables durante el periodo de estudio, sin que se haya producido un proceso de deshidratación del jugador.

En este estudio se han obtenido resultados positivos empleando una combinación de suplementos consistente en aminoácidos esenciales, entre ellos aminoácidos de cadena ramificada, junto a glutamina, creatina, vitaminas y minerales. Por esta razón, sería interesante que nuevas líneas de investigación se centrasen en el uso de esta suplementación frente a la administración de concentrados y/o aislados de proteínas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Club Udinese Calcio S.p.A. por su apoyo técnico y participación en la investigación.

---

**MOLINA-LÓPEZ, A.; MOYA-AMAYA, H.; ESTEVAN-NAVARRO, P.; BERRAL-AGUILAR, A. J.; ROJANO-ORTEGA, D. & BERRAL-DE LA ROSA, F. J.** Changes in body composition and phase angle during pre-season in professional soccer players. *Int. J. Morphol.*, 40(2):348-354, 2022.

**SUMMARY:** The analysis and control of body composition is essential in soccer due to its implication in performance. The aim of this study was to identify, in professional soccer players, the phase angle (PhA) of the lower limbs with possible patterns of improvement of the lean component measured by DEXA. At the same time, the evolution of hydric parameters of the players, subjected to intense training and nutritional control of their diet and supplementation, was studied by means of BIA. Eighteen players ( $26.28 \pm 5.1$  years;  $85.09 \pm 9.16$  kg;  $185.5 \pm 4.32$  cm) from an Italian first division football team were evaluated. The study was conducted for four weeks, between 11th July (pre-test) and 11th August of 2021 (post-test). The intervention was carried out entirely in pre-season, with confinement in isolation or total bubble mode for prevention of COVID-19 infection, where a high percentage of the player's life was monitored, including factors such as diet, training and rest. Supplementation was based on antioxidants, multivitamins, minerals and polyunsaturated fatty acids and two powdered products (one based on creatine, glutamine and leucine, and the other one, on essential amino acids). The players showed an improvement in PhA and in the lean component in the lower limbs, with a moderate correlation ( $r = 0.6$ ). With regard to intracellular and extracellular water, it should be noted that, despite the high intensity of exercise during four weeks, these have remained constant without significant variations during the study period, indicating that there has not been a process of dehydration of the player.

**KEY WORDS:** Lean mass; BIA; DEXA; Performance; Soccer.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aughey, R. J. Applications of GPS technologies to field sports. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 6(3):295-310, 2011.
- Barbosa-Silva, M. C.; Barros, A. J.; Wang, J.; Heymsfield, S. B. & Pierson Jr., R. N. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am. J. Clin. Nutr.*, 82(1):49-52, 2005.
- Baumgartner, R. N.; Chumlea, W. C. & Roche, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 48(1):16-23, 1988.
- Berral-Aguilar, A. J.; Méndez-Rebolledo, G.; Rojano-Ortega, D.; Moya-Amaya, H.; Molina-López, A. & Berral de la Rosa, F. J. Assessment of the impact of confinement by SARS-CoV-2 on the body composition of elite soccer players. *Int. J. Morphol.*, 39(4):1088-95, 2021.
- Bongiovanni, T.; Trecroci, A.; Rossi, A.; Iaia, F.M.; Pasta, G. & Campa, F. Association between change in regional phase angle and jump performance: a pilot study in serie A soccer players. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.*, 11(3):860-5, 2021.
- Castizo-Olier, J.; Iruñia, A.; Jemni, M.; Carrasco-Marginet, M.; Fernández-García, R. & Rodríguez, F. A. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in sport and exercise: Systematic review and future perspectives. *PLoS One*, 13(6):e0197957, 2018.
- Church, D. D.; Hirsch, K. R.; Park, S.; Kim, I. Y.; Gwin, J. A.; Pasiakos, S. M.; Wolfe, R. R. & Ferrando, A. A. Essential amino acids and protein synthesis: insights into maximizing the muscle and whole-body response to feeding. *Nutrients*, 12(12):3717, 2020.
- Clemente, F. M.; Nikolaidis, P. T.; Rosemann, T. & Knechtle, B. Dose-response relationship between external load variables, body composition, and fitness variables in professional soccer players. *Front. Physiol.*, 10:443, 2019.
- Clemente, F. M.; Silva, R.; Castillo, D.; Los Arcos, A.; Mendes, B. & Afonso, J. Weekly load variations of distance-based variables in professional soccer players: a full-season study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(9):3300, 2020.
- Collins, J.; Maughan, R. J.; Gleeson, M.; Bilsborough, J.; Jeukendrup, A.; Morton, J. P.; Phillips, S. M.; Armstrong, L.; Burke, L. M.; Close, G. L.; et al. UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *Br. J. Sports Med.*, 55(8):416, 2021.
- Cunha, P. M.; Tomeleri, C. M.; Nascimento, M. A. D.; Nunes, J. P.; Antunes, M.; Nabuco, H. C. G.; Quadros, Y.; Cavalcante, E. F.; Mayhew, J. L.; Sardinha, L. B.; et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. *J. Sports Sci.*, 36(24):2843-8, 2018.
- Da Silva, B. R.; Gonzalez, M. C.; Cereda, E. & Prado, C. M. Exploring the potential role of phase angle as a marker of oxidative stress: A narrative review. *Nutrition*, 93:111493, 2022.
- Dalbo, V. J.; Roberts, M. D.; Stout, J. R. & Kerkisick, C. M. Putting to rest the myth of creatine supplementation leading to muscle cramps and dehydration. *Br. J. Sports Med.*, 42(7):567-73, 2008.
- Devlin, B. L.; Kingsley, M.; Leveritt, M. D. & Belski, R. Seasonal changes in soccer players' body composition and dietary intake practices. *J. Strength Cond. Res.*, 31(12):3319-26, 2017.
- Di Vincenzo, O.; Marra, M. & Scalfi, L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 16(1):49, 2019.
- Hernández-Jaña, S.; Abarca-Moya, D.; Cid-Pizarro, I.; Gallardo-Strelow, J.; González-Pino, Y.; Zavala-Crichton, J. P.; Olivares-Arancibia, J.; Mahecha-Matsudo, S. & Yáñez-Sepúlveda, R. Effects of a concurrent training protocol on body composition and phase angle in physically inactive young women: A quasi-experimental intervention study. *Int. J. Morphol.*, 39(6):1600-8, 2021.
- Marini, E.; Campa, F.; Buffa, R.; Stagi, S.; Matias, C. N.; Toselli, S.; Sardinha, L. B. & Silva, A. M. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clin. Nutr.*, 39(2):447-54, 2020.
- Mascherini, G.; Gatterer, H.; Lukaski, H.; Burtscher, M. & Galanti G. Changes in hydration, body-cell mass and endurance performance of professional soccer players through a competitive season. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 55(7-8):749-55, 2015.
- Maughan, R. J.; Burke, L. M.; Dvorak, J.; Larson-Meyer, D. E.; Peeling, P.; Phillips, S. M.; Rawson, E. S.; Walsh, N. P.; Garthe, I.; Geyer, H.; et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 28(2):104-25, 2018.
- Micheli, M. L.; Pagani, L.; Marella, M.; Gulisano, M.; Piccoli, A.; Angelini, F.; Burtscher, M. & Gatterer, H. Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 9(3):532-9, 2014.
- Milanese, C.; Cavedon, V.; Corradini, G.; De Vita, F. & Zancanaro, C. Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *J. Sports Sci.*, 33(12):1219-28, 2015.
- Molina-López, A.; Padilla-Lara, E.; Moya-Amaya, H.; Rojano-Ortega, D.; Berral-Aguilar, A. J.; Estevan-Navarro, P. & Berral de la Rosa, F. J. Effect of post-training and post-match antioxidants on oxidative stress and inflammation in professional soccer players. *Retos*, 43:996-1004, 2022.
- Moon, J. R. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 67(Suppl. 1):S54-9, 2013.
- Morton, R. W.; Murphy, K. T.; McKellar, S. R.; Schoenfeld, B. J.; Henselmans, M.; Helms, E.; Aragon, A. A.; Devries, M. C.; Banfield, L.; Krieger, J. W.; et al. Infographic. The effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength. *Br. J. Sports Med.*, 53(24):1552, 2019.
- Moya-Amaya, H.; Molina-López, A.; Berral-Aguilar, A.; Rojano-Ortega, D.; Berral de la Rosa, C. & Berral de la Rosa, F. J. Bioelectrical phase angle, muscle damage markers and inflammatory response after a competitive match in professional soccer players. *Pol. J. Sport Tourism*, 28(3):8-13, 2021.
- Mundstock, E.; Amaral, M. A.; Baptista, R. R.; Sarria, E. E.; Dos Santos, R. R. G.; Filho, A. D.; Rodrigues, C. A. S.; Forte, G. C.; Castro, L.; Padoin, A. V.; et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. *Clin. Nutr.*, 38(4):1504-10, 2019.
- Nuccio, R. P.; Barnes, K. A.; Carter, J. M. & Baker, L. B. Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Med.*, 47(10):1951-82, 2017.
- Owen, A. L.; Lago-Peñas, C.; Dunlop, G.; Mehdi, R.; Chtara, M. & Dellal, A. Seasonal Body Composition Variation Amongst Elite European Professional Soccer Players: An Approach of Talent Identification. *J. Hum. Kinet.*, 62:177-84, 2018.
- Yáñez-Sepúlveda, R.; Alvear-Ordenez, I.; Vargas-Silva, J.; Hernández-Jaña, S.; Olivares-Arancibia, J. & Tuesta, M. Characteristics of body composition, phase angle and body water in elite Chilean skydivers. *Int. J. Morphol.*, 39(6):1564-9, 2021.

Dirección para correspondencia:  
Francisco José Berral de la Rosa  
Departamento de Deporte e Informática.  
Universidad Pablo de Olavide  
Carretera de Utrera km 1. 41013-Sevilla  
ESPAÑA

E-mail: fberde@upo.es

ORCID 0000-0003-3552-8262