



## El ángulo de fase de la bioimpedancia como predictor de rendimiento en jugadores de fútbol profesionales

*Bioimpedance phase angle as a predictor of performance in professional soccer players*

### Autores

Daniel Rojano Ortega <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Pablo de Olavide (España)

Autor de correspondencia:  
Daniel Rojano Ortega  
drojort@upo.es

### Como citar en APA

Rojano, D. (2025). El ángulo de fase de la bioimpedancia como predictor de rendimiento en jugadores de fútbol profesionales. *Retos*, 69, 265–274. <https://doi.org/10.47197/retos.v69.112342>

### Resumen

**Introducción:** En fútbol, el seguimiento de determinados factores físicos determinantes o predictores de rendimiento es esencial para la elaboración de entrenamientos individualizados.

**Objetivos:** 1) Analizar las diferencias observadas, al principio de la temporada (T0) y antes del descanso de Navidad (T1), en el ángulo de fase (PhA) y en varios parámetros de rendimiento, entre las distintas posiciones de juego de jugadores de fútbol profesionales, así como los cambios producidos en dichas variables para cada posición de juego; 2) Determinar si existe alguna correlación entre el PhA y los factores de rendimiento analizados.

**Metodología:** Se analizaron las distancias promedio recorridas por 24 jugadores profesionales durante los entrenamientos (total, andando y corriendo) y el PhA en T0 y T1.

**Resultados:** En T0 se encontraron bastantes diferencias significativas en las distancias recorridas entre las distintas posiciones, pero estas diferencias no se obtuvieron en T1. No se encontraron diferencias significativas en el PhA ni en T0 ni en T1. Se observaron bastantes correlaciones significativas positivas entre el PhA y las distancias recorridas.

**Discusión:** Los resultados sugieren que el esfuerzo realizado entre T0 y T1 fue más acusado por los delanteros y menos por los defensas y los centrocampistas. Las correlaciones positivas entre las distancias recorridas y el PhA refuerzan la idea de que los jugadores con mayor PhA presentan mejor rendimiento.

**Conclusiones:** La monitorización de los valores del PhA durante la temporada podría ser utilizada por los entrenadores para diseñar las sesiones de entrenamiento, dosificando mejor las cargas de trabajo y optimizando la recuperación.

### Palabras clave

Ángulo de fase; fútbol; distancia en carrera; distancia recorrida; rendimiento.

### Abstract

**Introduction:** In soccer, it is essential to monitor certain physical factors that can be performance determinants or predictors to elaborate adequate individual training.

**Objectives:** 1) To analyze the differences observed at the beginning of the season (T0) and before the Christmas break (T1) for phase angle (PhA) and various performance parameters between the different playing positions in professional soccer players, as well as the changes produced in those variables for every playing position; 2) To determine if there is a correlation between the PhA and the performance parameters analyzed.

**Methodology:** Average distances covered during trainings (total distance, walking distance, and running distance) and PhA at T0 and T1 were analyzed.

**Results:** Several significant differences in the distances covered were observed between the different playing positions at T0, but none of them were observed at T1. No significant differences were found in PhA at T0 or T1. Various positive significant correlations between PhA and the distances covered were found.

**Discussion:** Our results suggest that accumulated fatigue between T0 and T1 was more pronounced in forwards and less pronounced in defenders and midfielders. The positive correlations between the distances covered and the PhA reinforce the idea that players with a higher PhA present better performance.

**Conclusions:** Monitoring PhA values during the season may be used by coaches to design training sessions, using appropriate training loads to optimize recovery.

### Keywords

Distance covered; performance; phase angle; soccer; running distance.

## Introducción

Con el objetivo de encontrar el éxito en las diferentes disciplinas deportivas, muchos estudios científicos se han centrado en intentar encontrar qué factores pueden ser determinantes o predictores de un buen rendimiento. Así, el salto vertical, con o sin contramovimiento, ha resultado ser buen predictor de rendimiento en muchas disciplinas, ya que es un excelente indicador de la fuerza explosiva y de la capacidad de impulso de las extremidades inferiores (Petridis et al., 2019; Sarvestan et al., 2018; Rojano-Ortega et al., 2021). La capacidad de sprint es también una habilidad esencial en muchos deportes, que contribuye decisivamente al éxito de una acción deportiva (Asadi, 2016; Slawinski et al., 2017).

De igual forma, muchos estudios proponen el uso de las características antropométricas y la composición corporal como predictores de eficiencia y rendimiento deportivos (Lukaski & Raymond-Pope, 2021; Penichet-Tomás & Pueo, 2017; Ponce-García et al., 2025; Slankamenac et al., 2021).

El fútbol es un deporte de equipo en el que los requisitos necesarios para un buen rendimiento a alto nivel son multifactoriales (Reilly et al., 2000). Además de las demandas técnicas y tácticas, el estudio de las características físicas recomendables para los jugadores de élite ha recibido gran interés en las últimas décadas (Bradley et al., 2013; Di Salvo et al., 2010). La monitorización de distintas capacidades físicas como la altura del salto vertical con contramovimiento, la velocidad de sprint, la agilidad o la fuerza máxima durante la temporada es esencial para la elaboración de programas de entrenamiento individualizados para cada posición de juego (Milanović et al., 2017; Díaz-Ochoa et al., 2023).

Un jugador de fútbol profesional recorre de media entre 9 y 12 km durante un partido (Di Salvo et al., 2013), la mayoría del tiempo a intensidad baja o moderada (Andrzejewski et al., 2019). No obstante, esos datos varían dependiendo de la posición de juego (Mallo et al., 2015; Modric et al., 2020; Rivilla et al., 2019; Ugalde-Ramírez, 2020). Por estos motivos, el control de la carga de trabajo durante los partidos y del rendimiento de los jugadores de fútbol en la carrera es esencial para diseñar las sesiones de entrenamiento y optimizarlas durante la temporada para las distintas posiciones de juego (Mohr et al., 2003; Rivilla-García et al., 2019; Ugalde-Ramírez, 2020).

Algunos estudios han observado que el éxito en esta modalidad deportiva está condicionado por factores como las características antropométricas, la composición corporal o el somatotipo (Gil et al., 2007; Cárdenas-Fernández et al., 2019). Así, Moya-Amaya et al. (2022) concluyen que el futbolista de élite actual ha reducido el componente endomórfico (adiposidad relativa) en el somatotipo, resultados acordes con la investigación previa, que ha demostrado que los futbolistas con menor grasa corporal recorren mayores distancias y a intensidades mayores durante los partidos (Radziminski et al., 2020).

Mantener una adecuada composición corporal es entonces crucial para optimizar el rendimiento en fútbol (Hermosilla-Palma et al., 2024), por lo que su monitorización periódica proporciona una información muy valiosa a los entrenadores y preparadores físicos. Existen distintos métodos para la determinación de la composición corporal, entre los cuales, el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) es muy utilizado por tratarse de un método fiable, relativamente económico, no invasivo y rápido. Los dispositivos BIA introducen en el cuerpo una corriente eléctrica alterna muy débil a una o más frecuencias, detectan la caída de voltaje debida al paso de corriente a través de los distintos tejidos corporales, y determinan así parámetros bioeléctricos como la resistencia, la reactancia y el ángulo de fase (PhA) (Earthman, 2015). Estos parámetros se usan para estimar la composición corporal mediante ecuaciones de regresión que desarrolladas para poblaciones específicas (Sardinha et al., 2020).

Sin embargo, en los últimos años se está usando directamente el PhA como predictor de salud y de rendimiento. El PhA se calcula como el arcotangente del cociente entre la reactancia y la resistencia (Bosy-Westphal et al., 2006) y cada vez es más utilizado en estudios clínicos como un indicador de la salud celular y de la integridad de la membrana de las células (Norman et al., 2012; Moya-Amaya et al., 2021). Esto es probablemente debido a que, durante la enfermedad y la presencia de inflamación, hay un mayor valor del cociente agua extracelular/agua intracelular, lo que implicaría una menor conductividad de los tejidos y una mayor resistencia. Igualmente, cuando hay una pobre función celular o una disminución de la integridad de la membrana celular, los valores de la reactancia disminuyen (Norman et al., 2012). Tanto el aumento de la resistencia como la disminución de la reactancia implicarían unos valores del PhA más bajos de los considerados normales.

Una similar distribución del agua extracelular y el agua intracelular ocurre durante la obesidad (Dittmar, 2003), por lo que aquellas personas con una menor cantidad de masa grasa tendrán mayores valores del PhA. Además, el tejido muscular es rico en agua y electrolitos, lo que hace que presente mayor conductividad y menor resistencia, por lo que a mayores índices de tejido muscular le corresponderán también mayores valores del PhA (Brunani et al., 2021). Estas son las causas de que, en el ámbito deportivo, el PhA ha sido asociado con el rendimiento en atletas de media distancia (Genton et al., 2020) y más concretamente en fútbol, se ha observado que los jugadores de mayor nivel presentan mayores valores del PhA, ya que la masa y la función musculares, reflejadas en los valores del PhA, aumentan a medida que aumenta el rendimiento deportivo (Levi-Micheli et al., 2014).

Por estos motivos, los objetivos del presente estudio fueron: 1) Analizar las diferencias observadas al principio de la temporada y las semanas previas al descanso de Navidad, en el PhA y en varios parámetros de rendimiento, entre las distintas posiciones de juego de jugadores de fútbol profesionales, así como los cambios producidos en dichas variables para cada posición de juego; 2) Determinar si existe alguna correlación entre el PhA y los factores de rendimiento analizados.

## Método

### *Diseño experimental y participantes*

Se analizaron 24 jugadores profesionales de primera división de la liga italiana de fútbol, de edades comprendidas entre 20 y 33 años. Todos los jugadores realizaron un mínimo de cuatro entrenamientos semanales de campo cada una de las semanas analizadas y ninguno de ellos sufrió lesiones severas durante las semanas que comprendía el periodo de tiempo analizado. El estudio se realizó siguiendo las directrices de la Declaración de Helsinki para los estudios con humanos. Todos los jugadores firmaron consentimiento informado para participar en este estudio.

Las mediciones se llevaron a cabo al principio de la temporada (la tercera y la cuarta semanas, T0) y las dos semanas previas al descanso de Navidad (T1), con un periodo de 9 semanas entre T0 y T1. Los valores promedio de esas dos semanas fueron los utilizados para los análisis. Dado que se trataba de jugadores de un mismo equipo, el número de jugadores disponibles no era elevado, por lo que no fue posible analizar posiciones de juego muy específicas, y los jugadores se agruparon únicamente en tres distintas posiciones: defensas, centrocampistas y delanteros.

### *GPS*

Para controlar las distancias recorridas durante los entrenamientos en campo se utilizó un dispositivo de seguimiento GPS (Global Positioning Satellite) (GPEXE®, exelio srl, Udine, Italy). Los GPS proporcionaban distintas variables, de las cuales tres fueron incluidas en este estudio: distancia total promedio recorrida en cada entrenamiento, distancia promedio recorrida en cada entrenamiento andando (velocidad < 8 km/h) y distancia promedio recorrida en cada entrenamiento corriendo (velocidad ≥ 8 km/h).

### *Análisis de Impedancia Bioeléctrica*

Para el cálculo del PhA se utilizó un dispositivo BIA mano-mano (BIA-TELELAB, AKERN-Srl, Florencia, Italia). Los jugadores se midieron de pie sujetando con ambas manos las empuñaduras del dispositivo, para hacer contacto con los electrodos. Las mediciones se llevaron a cabo con una corriente de 250  $\mu$ A y una frecuencia de 50 kHz, siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante. Todas las medidas fueron tomadas por el mismo investigador y se realizaron durante la mañana, con la vejiga vacía y después de una noche de ayuno o al menos tres horas después de haber tomado un desayuno ligero. Los jugadores no habían realizado ejercicio físico intenso ni consumido alcohol u otras sustancias estimulantes al menos 12 h antes de la medición.

### *Análisis de datos*

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS para Windows (v. 22.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Se calcularon las medias y las desviaciones típicas de todas las variables analizadas, tanto en T0 como en T1. Se comprobó la condición de normalidad de dichas variables mediante el test de Shapiro-Wilk para muestras menores de 50 sujetos.



Para conocer las diferencias observadas ente las distintas posiciones de juego, en T0 y T1, dado que no todos los grupos cumplieron la condición de normalidad de las variables, se llevó a cabo la prueba H de Kruskal–Wallis para datos no pareados, con post-hoc de Dunn y corrección de Bonferroni. Para conocer la existencia de diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en T0 y en T1 para cada posición de juego, cuando las variables seguían una distribución normal se llevaron a cabo pruebas t de Student para muestras dependientes. En caso de que la distribución no fuese normal, se realizaron pruebas U de Mann-Whitney.

Además, se calcularon los coeficientes de correlación entre todas las variables medidas en T1. Cuando las variables seguían una distribución normal se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, y en caso de no ser una distribución normal, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. La correlación se interpretó conforme a los siguientes valores del coeficiente de correlación: trivial (<0.1), débil (0.1–0.3), moderada (0.3–0.5), fuerte (0.5–0.7), muy fuerte (0.7–0.9) y casi perfecta (>0.9) (Hopkins et al., 2009). Se estableció un nivel de significancia  $p < .05$  para todas las pruebas estadísticas.

## Resultados

Las medias y las desviaciones típicas de todas las variables analizadas en T0 y en T1, por posiciones de juego, se encuentran en la Tabla 1. Las diferencias significativas encontradas entre posiciones y entre T0 y T1 para cada posición, se encuentran también en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadística descriptiva, diferencias significativas entre las distintas posiciones de juego en T0 y T1 y diferencias significativas para cada posición de juego entre T0 y T1

Variables	Defensas (n = 8)		Centrocampistas (n = 8)		Delanteros (n = 8)	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1
PhA (°)	7.89 ± 0.55	7.91 ± 0.54	7.58 ± 0.19	7.46 ± 0.29	7.84 ± 0.50*	7.59 ± 0.26*
Distancia total (m)	3275.12 ± 743.46 <sup>a**</sup>	4226.19 ± 681.82 <sup>**</sup>	4355.07 ± 1224.11	4642.12 ± 1060.11	4567.06 ± 838.16 <sup>a*</sup>	4144.27 ± 609.67*
Distancia andando (m)	1600.76 ± 402.48 <sup>a**</sup>	2026.52 ± 280.53 <sup>**</sup>	1972.26 ± 575.35	2046.53 ± 482.83	2347.91 ± 417.02 <sup>a*</sup>	2036.89 ± 189.92*
Distancia corriendo (m)	1661.87 ± 388.74 <sup>b**</sup>	2199.64 ± 419.53 <sup>**</sup>	2395.32 ± 659.60 <sup>b</sup>	2595.52 ± 618.11	2228.13 ± 426.89	2107.44 ± 451.39

PhA: ángulo de fase; T0: principio de la temporada; T1: semanas previas al descanso de Navidad; a: diferencias significativas entre defensas y delanteros ( $p < .05$ ); b: diferencias significativas entre defensas y centrocampistas ( $p < .05$ ); \*: diferencias significativas entre T0 y T1 ( $p < .05$ ); \*\*: diferencias significativas entre T0 y T1 ( $p < .01$ ).

No se obtuvieron diferencias significativas entre las tres posiciones de juego en el PhA en T0. Sin embargo, sí se encontraron algunas diferencias significativas en las distancias promedio recorridas: en la distancia total recorrida y en la distancia recorrida andando, entre defensas y delanteros, y en la distancia recorrida corriendo, entre defensas y centrocampistas. En T1 no se observaron diferencias entre las distintas posiciones de juego, ni en el PhA ni en las distancias promedio recorridas.

En lo relativo a las diferencias entre T0 y T1, se encontraron diferencias significativas en alguna de las tres distancias medidas en los defensas y en los delanteros. Todas las distancias recorridas por los defensas fueron significativamente mayores en T1. Sin embargo, los delanteros recorrieron menores distancias, aunque estas diferencias no llegaron a ser significativas en el caso de la distancia corriendo. Los centrocampistas también recorrieron mayores distancias en T1, pero estas diferencias tampoco llegaron a ser significativas en ninguna de las tres distancias medidas.

En cuanto al PhA, los defensas mantuvieron prácticamente el mismo valor, mientras que el PhA disminuyó en los centrocampistas y los delanteros, siendo esta disminución únicamente significativa en el caso de los delanteros.

Las correlaciones significativas encontradas en T1 entre el PhA y el resto de variables, pueden observarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Correlaciones encontradas entre el PhA y el resto de las variables en T1, tanto para el grupo completo como para cada posición de juego

Variables	Correlaciones significativas
Grupo completo	TOTAL (r = 0.428; P = 0.037) ANDANDO (r = 0.588; P = 0.003) TOTAL (r = 0.999; P = 0.000)
Defensas	ANDANDO (r = 0.965; P = 0.000) CORRIENDO (r = 0.979; P = 0.000)
Centrocampistas	-----
Delanteros	ANDANDO (r = 0.863; P = 0.006)

PhA: ángulo de fase; T1: semanas previas al descanso de Navidad.



Se obtuvieron bastantes correlaciones significativas entre el PhA y las distancias recorridas, todas ellas positivas. En los defensas se encontraron correlaciones casi perfectas entre el PhA y todas las distancias medidas; en los delanteros se encontró una correlación muy fuerte entre el PhA y la distancia recorrida andando. No se observaron correlaciones en el caso de los centrocampistas.

## Discusión

El primer objetivo de este estudio era el de analizar las diferencias observadas en las cuatro variables medidas entre las distintas posiciones de juego, en T0 y en T1, así como los cambios producidos en dichas variables para cada posición de juego, en ese periodo de tiempo.

No se encontraron diferencias significativas en el PhA entre las distintas posiciones de juego en T0, lo que parece indicar que, independientemente de la posición de juego, los jugadores tenían una condición física similar. El valor medio encontrado para la muestra completa es de  $7.77 \pm 0.44^0$ , resultado análogo al encontrado por Levi-Micheli et al. (2014), quienes obtuvieron un valor medio de  $7.7 \pm 0.6^0$ , en un grupo de 219 jugadores de élite de primera y segunda división de la liga italiana de fútbol durante la primera mitad de la temporada.

No obstante, sí observamos algunas diferencias en las distancias promedio recorridas durante los entrenamientos en T0 pues, aunque las diferencias no fueron siempre significativas, los delanteros recorrieron mayores distancias que los defensas y los centrocampistas y los centrocampistas recorrieron mayores distancias que los defensas.

Otras investigaciones previas con jugadores de élite también han encontrado diferencias en las distancias recorridas en las distintas posiciones de juego, aunque estudiando posiciones más específicas (Mallo et al., 2015; Rojano & Martín, 2022; Ugalde, 2020). No obstante, si se agrupan sus posiciones de forma similar a como se ha realizado en nuestro artículo, se observan diferencias en las distancias recorridas diferentes a las observadas en el presente estudio. Así, Mallo et al. (2015) analizan, entre otras cosas, la distancia total recorrida por los jugadores en partidos amistosos de pre-temporada de la liga española de fútbol de 1ª división, obteniendo que los centrocampistas recorrieron mayor distancia que los delanteros, y estos recorrieron mayor distancia que los defensas. Ugalde (2020) analizó las distancias recorridas por los jugadores durante los partidos de la copa del mundo de fútbol de 2018, en función de si el partido había sido ganado, empatado o perdido, y observó que los centrocampistas recorrieron mayores distancias que el resto de los jugadores, siendo similares las distancias recorridas por los jugadores de las otras dos posiciones de juego. Rojano y Martín (2022) también analizaron los partidos de la copa del mundo de fútbol de 2018 pero únicamente de los 4 equipos clasificados para las semifinales, durante las tres rondas previas a la final, obteniendo resultados análogos a los de Ugalde.

El hecho de que los resultados obtenidos en esos artículos sean distintos a los obtenidos en el presente estudio puede ser debido a los dos siguientes motivos: 1) Al momento distinto en que se realizaron las mediciones, puesto que nuestro estudio se realiza durante la primera mitad de la temporada y esos estudios se realizaron durante la pre-temporada (Mallo et al., 2015) o cuando ya había terminado la temporada (Rojano & Martín, 2022; Ugalde, 2020); 2) A que esas investigaciones fueron realizadas durante los partidos y no durante los entrenamientos, con lo que los jugadores estuvieron condicionados no solo por los equipos contra los que jugaban sino también por el nivel de fútbol desarrollado por dichos equipos en los partidos concretos.

En resumen, en T0 hemos obtenidos diferencias en las distancias recorridas por los jugadores de las distintas posiciones, pero resultados similares del ángulo de fase, que parecen indicar una parecida forma física de los jugadores. Esto sugiere que, al comienzo de la temporada, las distancias recorridas están condicionadas fundamentalmente por los requerimientos distintos y los entrenamientos específicos de cada posición de juego.

Tampoco encontramos diferencias significativas en las distancias recorridas ni en el PhA entre las distintas posiciones de juego en T1. Los resultados obtenidos para el PhA, tanto en T0 como en T1, parecen contradecir a los obtenidos por Bongiovanni et al. (2023), quienes analizaron 506 jugadores de élite de la liga italiana de fútbol al principio de la temporada, y sí obtuvieron diferencias significativas en el PhA entre las distintas posiciones de juego. No obstante, esos autores dividieron a los jugadores en nueve posiciones de juego, pero si las agrupamos de forma similar a como se ha realizado en nuestro artículo,



no parece haber diferencias entre los valores del PhA de las distintas posiciones. Es cierto que los valores del PhA que obtuvieron fueron ligeramente superiores a los obtenidos en esta investigación, pero podría ser debido a las mediciones se realizaron con un dispositivo BIA distinto al nuestro.

A pesar de no encontrar diferencias entre las posiciones en ninguno de los dos momentos en los que realizamos las mediciones, cuando comparamos para cada posición los valores en T0 y T1, observamos que los defensas mantuvieron estable su PhA, mientras que los centrocampistas lo disminuyeron, aunque no significativamente, y los delanteros lo disminuyeron de forma aún más acusada, llegando esta disminución a ser significativa. Dado que el PhA ha sido asociado al rendimiento y a una mejor función celular (González et al., 2016; Genton et al., 2020), esto podría indicar que en T1 los centrocampistas analizados, y más aún lo delanteros, se encontraban en una peor forma física que en T0, probablemente debido a las exigencias de los entrenamientos y los partidos durante ese periodo, mientras que los defensas parece que habían dosificado mejor la carga de trabajo o que habían realizado una mejor recuperación tras los esfuerzos.

En esta misma línea se encuentran los resultados obtenidos para las distancias promedio recorridas durante los entrenamientos, ya que los defensas aumentaron de forma significativa todas las distancias recorridas, los centrocampistas las aumentaron, aunque de forma no significativa, y los delanteros las disminuyeron. Esto sugiere nuevamente que el esfuerzo realizado entre T0 y T1 durante los entrenamientos y los partidos, fue más acusado por los delanteros y menos por los defensas y los centrocampistas.

Esos resultados son similares a los obtenidos por Rojano y Martín (2022) y Ugalde (2020) en la copa del mundo de fútbol 2018, jugada al finalizar la temporada, ya que esos artículos mostraron que los centrocampistas eran los que mayores distancias recorrían. Nosotros hemos obtenido que, a medida que avanza la temporada (T1) son precisamente los centrocampistas los que mayores distancias recorren, aunque las diferencias que hemos obtenido no han sido significativas, bien por haber analizado un número pequeño de jugadores bien porque aún faltaba bastante para el final de la temporada.

En definitiva, los resultados obtenidos para el PhA y las distancias recorridas sugieren una relación entre el PhA y el rendimiento, relación también encontrada en investigaciones previas en fútbol en las que los jugadores con mayor PhA demostraron tener mejor rendimiento (Levi-Micheli et al., 2014; Martins et al., 2021). No obstante, a pesar de haber intentado que se cumplieran las recomendaciones del fabricante antes de la realización del análisis BIA, podrían existir otros factores que explicaran las variaciones del PhA obtenidas, como puede ser una diferente hidratación de alguno de los jugadores.

El segundo objetivo de nuestro estudio era precisamente el de determinar si existía alguna correlación entre el PhA y los factores de rendimiento. En este sentido, hemos encontrado correlaciones significativas positivas casi perfectas entre el PhA y las distancias promedio recorridas (total, andando y corriendo) en el grupo de los defensas y una correlación positiva muy fuerte entre el PhA y la distancia promedio recorrida andando en el grupo de los delanteros. Únicamente no hemos encontrado correlaciones significativas entre el PhA y las distancias promedio recorridas por los centrocampistas, pero esto podría ser debido al bajo número de sujetos analizados, lo que también podría haber influenciado positivamente las correlaciones obtenidas para las otras posiciones de juego. De hecho, cuando analizamos el grupo completo también obtenemos correlaciones significativas, pero con valores mucho más bajos, similares a los obtenidos por Genton et al. (2020), quienes concluyeron que existía una asociación positiva entre el ángulo de fase y el rendimiento en la carrera en un grupo de 1025 mujeres y 1239 hombres.

Estas correlaciones positivas encontradas refuerzan aún más la idea de que, en fútbol, los jugadores con mayor ángulo de fase son los que mostrarían mejor rendimiento (Levi-Micheli et al., 2014; Martins et al., 2021). No obstante, el hecho de analizar únicamente 8 jugadores en cada posición de juego compromete la potencia estadística de nuestros resultados, por lo que serían necesarias nuevas investigaciones en muestras mucho mayores que corroborasen lo obtenido en la presente investigación. Igualmente, hemos encontrado pequeñas diferencias en la masa y el índice de masa corporal de los jugadores analizados, lo que podría también afectar a los resultados obtenidos para el PhA (Levi-Micheli et al., 2014).

## Conclusiones



Los resultados obtenidos para las distancias promedio recorridas durante los entrenamientos muestran que el cansancio acumulado por nuestros jugadores profesionales de fútbol, desde el comienzo de la temporada hasta las semanas previas al descanso de Navidad, ha sido más acusado por los delanteros que por los jugadores de las otras posiciones de juego, quienes han debido dosificar mejor la carga de trabajo o llevado a cabo una mejor recuperación. Los valores del ángulo de fase disminuyeron de forma significativa en los delanteros y no en el resto de las posiciones de juego. Estos resultados, unidos a las correlaciones positivas significativas encontradas entre el PhA y las distancias recorridas durante los entrenamientos, sugieren que el PhA en fútbol es un predictor efectivo del rendimiento de los jugadores. La monitorización de los valores del PhA durante la temporada podría ser utilizada por los entrenadores para diseñar las sesiones de entrenamiento, dosificando mejor las cargas de trabajo y optimizando la recuperación, de manera que el rendimiento en las distintas posiciones de juego no disminuya. Igualmente, se podrían tener en cuenta las variaciones individuales del PhA pues, incluso dentro de una misma posición de juego, los jugadores responden de forma distinta a las cargas de trabajo. No obstante, se necesitan futuras investigaciones, similares a este estudio, con un mayor número de jugadores y dividiendo en un mayor número de posiciones de juego, que corroboren los resultados de esta investigación.

## Referencias

- Andrzejewski, M., Pluta, B., Konefał, M., Konarski, J., Chmura, J., & Chmura, P. (2019). Activity profile in elite Polish soccer players. *Research in Sports Medicine*, 27(4), 473–484. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1545648>
- Antonietto, D. Á., Roa Gamboa, I., Ribeiro, N., Brito, C. J., Rezende Oliveira, C. L., Nóbrega, O. de T., Vieira-Souza, L. M., Miarka, B., & Aedo-Muñoz, E. (2024). ¿Puede el salto con contramovimiento o el squat jump predecir el rendimiento cinemático de la patada trasera de Bandal Chagi? (Can the Countermovement Jump or Squat Jump predict the kinematic performance of the rear Bandal Chagi kick?). *Retos*, 56, 597–606. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.104129>
- Asadi, A. (2016). Relationship Between Jumping Ability, Agility and Sprint Performance of Elite Young Basketball Players: A Field-Test Approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 18, 177–186. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2016v18n2p177>
- Bongiovanni, T., Rossi, A., Genovesi, F., Martera, G., Puleo, G., Orlandi, C., Spedicato, M., Iaia, F. M., Del Vescovo, R., Gallo, S., Cannataro, R., Ripari, P., Levi-Micheli, M., Cataldi, S., & Tecroci, A. (2023). How Do Football Playing Positions Differ in Body Composition? A First Insight into White Italian Serie A and Serie B Players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 8(2), 80. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020080>
- Bosy-Westphal, A., Danielzik, S., Dörhöfer, R. P., Later, W., Wiese, S., & Müller, M. J. (2006). Phase angle from bioelectrical impedance analysis: Population reference values by age, sex, and body mass index. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 30(4), 309–316. <https://doi.org/10.1177/0148607106030004309>
- Bradley, P. S., Carling, C., Gomez Diaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Boddy, M., Krustup, P., & Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32(4), 808–821. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.06.002>
- Brunani, A., Perna, S., Soranna, D., Rondanelli, M., Zambon, A., Bertoli, S., Vinci, C., Capodaglio, P., Lukaski, H., & Canello, R. (2021). Body composition assessment using bioelectrical impedance analysis (BIA) in a wide cohort of patients affected with mild to severe obesity. *Clinical Nutrition*, 40, 3973–3981. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.04.033>
- Cárdenas-Fernández, V., Chinchilla-Minguet, J. L., & Castillo-Rodríguez, A. (2019). Somatotype and body composition in young soccer players according to the playing position and sport success. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1904–1911. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002125>
- Diaz-Ochoa, A., Gómez Renaud, V. M., Hoyos Flores, J. R., & Hernández Cruz, G. (2023). Variaciones en rendimiento físico durante una temporada competitiva en jugadoras seleccionadas universitarias de soccer por posición de juego (Variations in physical performance during a competitive season in Mexican female varsity soccer players by playing position). *Retos*, 49, 300–306. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.98002>



- Di Salvo, V., Baron, R., Gonzalez-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489–1494. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>
- Di Salvo, V., Gonzalez-Haro, C., Laughlin, M. S., & Witt, J. K. D. (2013). Match performance comparison in top English soccer leagues. *International Journal of Sports Medicine*, 34(6), 526–532. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327660>
- Dittmar, M. (2003). Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. *American Journal of Biological Anthropology*, 122, 361–370. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10301>
- Earthman, C. P. (2015). Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(7), 787–822. <https://doi.org/10.1177/0148607115595227>
- Francisco, R., Matias, C. N., Santos, D. A., Campa, F., Minderico, C. S., Rocha, R., Heymsfield, S. B., Lukaski, H., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2020). The Predictive Role of Raw Bioelectrical Impedance Parameters in Water Compartments and Fluid Distribution Assessed by Dilution Techniques in Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 759. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030759>
- Genton L., Mareschal J., Norman K., Karsegard V. L., Del-soglio M., Pichard, C., Graf, C., & Herrmann, F. R. (2020). Association of phase angle and running performance. *Clinical Nutrition ESPEN*, 37, 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.03.020>
- Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25–32.
- Gonzalez, M. C., Barbosa-Silva, T. G., Bielemann, R. M., Gallagher, D., & Heymsfield, S. B. (2016). Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(3), 712–716. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116772>
- Hermosilla-Palma, F., Loro-Ferrer, J. F., Merino-Muñoz, P., Gómez-Álvarez, N., Cerda-Kohler, H., Portes-Junior, M., & Aedo-Muñoz, E. (2024). Prediction of physical performance in young soccer players through anthropometric characteristics, body composition, and somatic maturation states. *Retos*, 61, 1199–1206. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.110400>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Levi-Micheli M., Pagani L., Marella M., Gulisano M., Piccoli A., Angelini, F., Burtscher, M., & Gatterer, H. (2014). Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 532–539. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0119>
- Lukaski, H., & Raymond-Pope, C. J. (2021). New Frontiers of Body Composition in Sport. *International Journal of Sports Medicine*, 42(7), 588–601. <https://doi.org/10.1055/a-1373-5881>
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 179–188. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0073>
- Martins, P. C., Teixeira, A. S., Guglielmo, L. G. A., Francisco, J. S., Silva, D. A. S., Nakamura, F. Y., & Lima, L. R. A. d. (2021). Phase Angle Is Related to 10 m and 30 m Sprint Time and Repeated-Sprint Ability in Young Male Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 4405. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094405>
- Milanović, Z., Sporiš, G., James, N., Trajković, N., Ignjatović, A., Sarmiento, H., Trecroci, A., & Mendes, B. M. B. (2017). Physiological demands, morphological characteristics, physical abilities and injuries of female soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 60(1), 77–83. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0091>
- Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Playing position specifics of associations between running performance during the training and match in male soccer players. *Acta Gymnica*, 50(2), 51–60. <https://doi.org/10.5507/ag.2020.006>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>



- Moya-Amaya, H., Molina-López, A., Berral-Aguilar, A. J., Rojano-Ortega, D., & Berral-de la Rosa, F. J. (2022). Migración del Somatotipo en Jugadores de Fútbol Profesional en las Últimas Décadas. *International Journal of Morphology*, 40(2), 327–333. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022022000200327>
- Moya-Amaya, H., Molina-López, A., Berral-Aguilar, A. J., Rojano-Ortega, D., Berral-De La Rosa, C. J., & Berral-De La Rosa, F. J. (2021). Bioelectrical phase angle, muscle damage markers and inflammatory response after a competitive match in professional soccer players. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 28(2), 8–13. <https://doi.org/10.2478/pjst-2021-0014>
- Norman K., Stobäus N., Pirlich M., & Bösy-Westphal A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis-clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*, 31(6), 854–861. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
- Penichet-Tomás, A., & Pueo, B. (2017). Performance conditional factors in rowing (Factores condicionales de rendimiento en remo). *Retos*, 32, 238–240. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.56067>
- Petridis, L., Utczas, K., Troznai, Z., Kalabiska, I., Palinkas, G., & Szabo, T. (2019). Vertical jump performance in Hungarian male elite junior soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(2), 251–257. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1588934>
- Ponce-García, T., García-Romero, J., Carrasco-Fernández, L., Castillo-Domínguez, A., & Benítez-Porres, J. (2025). The association of Whole and Segmental Body Composition and Anaerobic Performance in Crossfit® athletes: sex differences and performance prediction. *Retos*, 62, 543–552. <https://doi.org/10.47197/retos.v62.109115>
- Radziminski, L., Szwarc, A., Padrón-Cabo, A., & Jastrzebski, Z. (2020). Correlations between body composition, aerobic capacity, speed and distance covered among professional soccer players during official matches. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(2), 257–262. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09979-1>
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Rivilla-García, J., Calvo, L. C., Jiménez-Rubio, S., Paredes-Hernández, V., Muñoz, A., van den Tillaar, R., & Navandar, A. (2019). Characteristics of Very High Intensity Runs of Soccer Players in Relation to Their Playing Position and Playing Half in the 2013-14 Spanish La Liga Season. *Journal of Human Kinetics*, 66, 213–222. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0058>
- Rojano Ortega, D., & Martín Simón, M. A. (2022). High-intensity physical performance parameters in soccer. *TRENDS in Sport Sciences*, 29(2), 51–56. <https://doi.org/10.23829/TSS.2022.29.2-2>
- Rojano-Ortega, D., Berral-Aguilar, A. J., & Berral-de la Rosa, F. J. (2021). Kinetic variables and vertical stiffness of female volleyball players during a vertical jump. *Journal of Physical Education and Sport*, 21, 201–207. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.01027>
- Sardinha, L. B., Correia, I. R., Magalhães, J. P., Júdice, P. B., & Silva, A. M. (2020). Hetherington-Rauth M. Development and validation of BIA prediction equations of upper and lower limb lean soft tissue in athletes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74(12), 1646–1652. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-0666-8>
- Sarvestan, J., Cheraghi, M., Sebyani, M., Shirzad, E., & Svoboda, Z. (2018). Relationships between force-time curve variables and jump height during countermovement jumps in young elite volleyball players. *Acta Gymnica*, 48(1), 9–14. <https://doi.org/10.5507/ag.2018.003>
- Slankamenac, J., Bjelica, D., Jaksic, D., Trivic, T., Drapsin, M., Vujkov, S., Modric, T., Milosevic, Z., & Drid, P. (2021). Somatotype Profiles of Montenegrin Karatekas: An Observational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 12914. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412914>
- Slawinski, J., Termoz, N., Rabita, G., Guilhem, G., Dorel, S., Morin, J. B., & Samozino, P. (2017). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27, 45–54. <https://doi.org/10.1111/sms.12627>
- Ugalde-Ramirez, A. (2020). Physical activities according to playing positions, match outcome, and halves during the 2018 Soccer World Cup. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(6), 3635–3641. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.06490>

## Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Daniel Rojano Ortega

drojort@upo.es

Autor/a

