



Influence of body composition in the physical fitness of 10- to 11-year-old football players.



Influencia de la composición corporal en la condición física de futbolistas de 10-11 años

Alba Prieto Valle*

Faculty of Sport Sciences, University of Murcia, Spain

* Correspondence: alba.prietov@um.es

ABSTRACT

Objectives: The objective of the present study was to analyze the body composition and physical fitness of 10- to 11-year-old football players, analyzing the differences in physical fitness according to Body Mass Index (BMI) and percentage of fat mass (% FM), as well as the correlations between body composition and physical fitness.

Methods: Twenty-eight male 10- to 11-year-old football players participated in the study, with an age range of 10 to 11 years (average age 10.39 years \pm 0.49). The players performed the tests in abnormal training day. The variables assessed were: Body composition (Tanita BC 418-MA), blood pressure and heart rate (Visomat Comfort 20/40 arm blood pressure monitor), jump test (Abalakov jump on Optojump platform) and aerobic capacity test (Course Navette Test 20m, CN). The software used to perform the statistical analysis was SPSS Statistics 23.0.

Findings: The analyses showed significant differences in maximal oxygen consumption (VO_2max), BMI and % FM when comparing by age. With regard to BMI, significant differences were found in diastolic and systolic blood pressure at rest (DBP and SBP), and, according to % FM, in rest DBP. The significant correlations between physical fitness and body composition according to BMI were negative in the variables of CN stage, CN distance, CN FSR (final speed reached), VO_2max , and was positive in SBP and DBP. According to % FM, the significant correlations were negative in CN stage, CN distance, CN FSR, VO_2max , and Abalakov jump (ABKJ), and they were positive in SBP and DBP.

Conclusions: It is recommended to carry out intervention programs with the aim of improving the body composition of football players at school age, because this will have positive effects on their aerobic capacity, jumping and blood pressure.

KEYWORDS: children; body composition; physical fitness; Course Navette

ABSTRACT

Objetivos: El objetivo del presente estudio fue analizar la composición corporal y la condición física de jugadores de fútbol de categoría alevín (10-11 años), analizando las diferencias de condición física según Índice de Masa Corporal (IMC) y de porcentaje de masa grasa (% MG), así como las correlaciones entre composición corporal y condición física.

Métodos: Participaron 28 jugadores masculinos de categoría alevín del club de Fútbol 8 Javalí con un rango de edad de 10 a 11 años (edad media 10,39 años \pm 0,49). Se evaluó la composición corporal (Tanita BC 418-MA), tensión arterial y frecuencia cardiaca (tensiómetro de brazo Visomat Comfort 20/40), test de salto (salto Abalakov en plataforma Optojump) y test de capacidad aeróbica (Test de Course Navette 20m, CN). El programa utilizado para realizar el análisis estadístico fue SPSS Statistics 23.0.

Resultados: Los análisis mostraron diferencias significativas en consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$), IMC y % MG al comparar por edades. Con respecto al IMC, se encontraron diferencias significativas en tensión arterial diastólica y sistólica (TAD y TAS) en reposo, y, según % MG, en TAD reposo. Las correlaciones significativas entre condición física y composición corporal según IMC fueron negativas en las variables de CN etapa, CN distancia, CN VFA (velocidad final alcanzada), $VO_{2m\acute{a}x}$, y fueron positivas en TAS reposo y TAD reposo. Según % MG, las correlaciones significativas fueron negativas en CN etapa, CN distancia, CN VFA, $VO_{2m\acute{a}x}$, y salto vertical Abalakov (ABKJ), y fueron positivas en TAS reposo y TAD reposo.

Conclusiones: Se recomienda llevar a cabo programas de intervención con el objetivo de mejorar la composición corporal de los jugadores de fútbol en edad escolar, debido a que esto tendrá efectos positivos en la capacidad aeróbica, el salto y la tensión arterial de los mismos.

PALABRAS CLAVES: niños; composición corporal; condición física; Course Navette.

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol juega un papel importante en la vida de un número elevado de niños y jóvenes. Es una pieza clave para el desarrollo físico, intelectual, emocional y social [1] Las demandas en el fútbol varían con la edad, el nivel de competición, la posición de los jugadores y el estilo de juego [2]. Debido a esto, es normal encontrar diferentes perfiles de condición física incluso, dentro de un mismo equipo

[3]. El fútbol incluye períodos de ejercicio de alta intensidad entremezclados con periodos de ejercicio de baja intensidad, es por ello un deporte intermitente. Por tanto, exige jugadores que sean competentes en varios aspectos de la condición física, como son: la potencia aeróbica y anaeróbica, la fuerza muscular, la velocidad, la flexibilidad y la agilidad [4]. Por esto, es necesario tener una buena condición física y una buena alimentación para así poder cubrir las necesidades energéticas. Son varios los niños que sufren sobrepeso u obesidad y practican deporte. El problema se encuentra en la incomodidad de los niños al practicar el deporte y no poder seguir el ritmo de sus compañeros, lo que puede producir el abandono de la práctica deportiva [5].

La obesidad es la enfermedad nutricional más frecuente en niños y adolescentes en los países desarrollados [6] y es un importante factor de riesgo cardiovascular. En niños de entre 8 y 13 años, el exceso de peso supera el 45% [7]. Muchas veces se utilizan los términos obesidad y sobrepeso como sinónimos, pero no lo son. La obesidad es un trastorno metabólico que da lugar a una excesiva acumulación de energía en forma de grasa corporal en relación con el valor esperado según el sexo, talla y edad. El sobrepeso denota un peso corporal mayor con relación al valor esperado según el sexo, talla y edad [6]. Para diagnosticar la obesidad de manera exacta y precisa es necesario la determinación del porcentaje de grasa que contiene el organismo. El índice más utilizado para el diagnóstico de obesidad es el índice de masa corporal (IMC) [6]. La principal limitación del IMC es la ausencia de distinción entre la masa grasa y la masa libre de grasa. Las categorías del IMC en adultos son: peso insuficiente ($< 18,5$); peso normal ($18,5-24,9$); sobrepeso grado I ($25,0-26,9$); sobrepeso grado II (preobesidad) $27,0-29,9$; Obesidad de tipo I ($30,0-34,9$); Obesidad de tipo II ($35,0-39,9$); Obesidad de tipo III (mórbida) $40,0-49,9$; Obesidad de tipo IV (extrema) ≥ 50 [8]. Estas clasificaciones fijas no son adecuadas para los niños ya que el IMC muestra cambios profundos desde el nacimiento hasta la edad adulta temprana [9]. Debido a la limitación en niños del uso del IMC para catalogar a un niño como obeso, es necesario utilizar otros métodos de medición que valoren la composición corporal. Uno de los posibles métodos es la utilización de básculas digitales que utilizan electro impedancia para evaluar y cuantificar distintos parámetros. Entre estos parámetros se encuentra la medición del peso corporal expresado en kilogramos, la grasa corporal (porcentaje de grasa en el cuerpo), masa muscular, (porcentaje total de músculo que hay en el cuerpo), masa ósea (el peso óseo), grasa visceral, agua corporal (porcentaje de agua en el cuerpo) e IMC. Por tanto, el uso del IMC y del porcentaje de Masa Grasa (% MG) son datos clave para valorar la salud del niño y así poder determinar si presenta obesidad o sobrepeso. Para ello, Cole et al. [10] clasifican a los sujetos en obesos o con sobrepeso según edad e IMC, estableciendo los puntos de corte de sobrepeso y obesidad en niños de 10 años a 11,5 años. Por otro lado, McCarthy et al. [11], clasifican en sobrepeso/obesidad teniendo en cuenta el porcentaje de

masa grasa (% MG), en niños de 10 y 11 años de edad. Es un hecho científicamente avalado que el peso corporal en los niños es un factor influyente en su condición física. Los primeros años del niño son claves a la hora de adoptar los patrones alimentarios que perdurarán a lo largo de su vida [12]. La obesidad en niños aumenta el riesgo de sufrir problemas cardiovasculares, diabetes y problemas de salud mental [12]. A menudo esta ganancia de peso perdura hasta la adolescencia [13]. Un niño con sobrepeso en temprana edad tendrá más riesgo de tener sobrepeso a la edad de 12 años [14]. Además, en niños con sobrepeso se aprecia un crecimiento acelerado con respecto a aquellos que mantienen un peso saludable [15].

Cabe destacar que un factor determinante en la alimentación de los niños son sus cuidadores. El ejercicio físico es un buen complemento de la dieta, ya que produce un aumento del gasto energético, mejora la sensibilidad a la insulina, disminuye la lipogénesis, y mejora la imagen corporal [6]. Complementar el ejercicio con una buena alimentación tiene un mayor efecto a largo plazo [6]. Por ello, la práctica de actividad física moderada o vigorosa estimula la adaptación funcional de todos los tejidos y órganos del cuerpo, lo que también los hace menos vulnerables a las enfermedades degenerativas y crónicas relacionadas con el estilo de vida [16]. La condición física es la capacidad que tiene una persona para realizar actividad física y/o ejercicio, e integra todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividad física o ejercicio [17]. Estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrinometabólica y psico-neurológica [18]. La valoración desde edades tempranas de la actividad física, la condición física y la calidad de la dieta es una necesidad fisiológica y de salud pública para contribuir a la consolidación de un estilo de vida saludable durante la adultez [19]. En los últimos años, se puede observar una disminución progresiva de la actividad física y condición física de los niños. Un descenso de actividad física o el incremento de los comportamientos sedentarios da lugar al inicio precoz de enfermedades cardiovasculares.

La infancia es un periodo fundamental para adoptar gran parte de las conductas que constituyen un estilo de vida activo y saludable, como los patrones de actividad física habitual o de comportamiento alimentario [19]. La mayoría de los estudios coinciden en que los niños con un hábito de alimentación saludable tienen más probabilidades de hacer ejercicio, menos probabilidades de tener sobrepeso y obesidad, menos probabilidades de tener problemas académicos y problemas de comportamiento en comparación con aquellos niños que no tienen unos buenos hábitos en su alimentación. Por esta razón, la actividad física y las comidas saludables se asocian con un mejor estado de salud. Son varias las pruebas físicas que se pueden utilizar para medir la condición física de los niños. Una de las pruebas más utilizadas es el Test de Course Navette (prueba de aptitud cardiorrespiratoria) y el salto vertical,

que se trata de una habilidad básica que realizan habitualmente los niños en muchos juegos y está presente en la mayoría de los deportes [8]. Además, la mayoría de los profesionales lo utilizan como test de evaluación para medir la fuerza de la extremidad inferior. Cabe destacar que el sobrepeso es un problema en el niño cuando éste realiza movimientos que suponen recorridos del centro de gravedad en el eje vertical, más aún si existe pérdida de contacto de los pies con el suelo como, por ejemplo, en los saltos verticales [8].

El objetivo de este trabajo fue estudiar la composición corporal y la condición física de jugadores de fútbol de categoría alevín (10-11 años), analizando las diferencias de condición física en función del IMC y del porcentaje de masa grasa, así como las correlaciones entre composición corporal y condición física.

2. MÉTODOS

2.1. Muestra

La muestra en esta investigación estuvo constituida por 28 jugadores masculinos de categoría alevín del club de Fútbol 8 Javalí de la localidad murciana de Javalí Viejo (Murcia), con una media de edad de 10,39 años (DT 0,49) y un rango de edad de 10 a 11 años. Los jugadores entrenaban 3 horas semanales, distribuidas en dos sesiones de 1,5 horas (martes y jueves). Todos los participantes realizaban, además, 2 horas de Educación Física semanales. Los criterios de inclusión para formar parte del estudio fueron los siguientes: a) tener, como mínimo, un año de experiencia en el entrenamiento sistemático de la actividad de fútbol; b) entrenar durante 180 minutos semanales; c) formar parte de la actividad competitiva del equipo al menos durante el último año. Como criterios de exclusión se establecieron los siguientes: a) no presentar ninguna lesión durante la realización del estudio; b) no estar ingiriendo ningún tipo de medicación que pudiese alterar los resultados del estudio.

2.2. Procedimiento e instrumentos

Tras explicarles los objetivos de la investigación a los sujetos se procedió a informarles de las distintas pruebas a realizar. Los padres de los sujetos firmaron un consentimiento informado (debido a la minoría de edad de los sujetos) aprobado por el comité de ética de la Universidad de Murcia. Los 28 participantes se ofrecieron voluntarios a realizar el estudio. Se utilizó un día de entrenamiento normal para realizar a los sujetos las pruebas para el presente estudio. Se evaluó la composición corporal y la condición física de los participantes: frecuencia cardíaca en reposo, tensión arterial sistólica y diastólica, capacidad aeróbica y fuerza. Todas las pruebas fueron realizadas el mismo día.

Primero se realizaron las mediciones de composición corporal, frecuencia cardíaca y tensión arterial (debido a la necesidad de estar en reposo para así poder obtener un resultado fiable). A continuación, se realizó un calentamiento previo, y los participantes procedieron a realizar la prueba de fuerza y, por último, capacidad aeróbica. Por tanto, las variables analizadas en este estudio fueron: IMC (kg/m²) y MG (%) con respecto a composición corporal. Y CN (etapa), CN distancia (m), CN VFA (km/h), VO₂máx (ml/kg/min), TAS reposo (mmHg), TAD reposo (mmHg), FC reposo (lat/min), y ABKJ (cm) en condición física.

2.2.1. Análisis de la composición corporal

Las mediciones se realizaron por la tarde, más de tres horas después de despertar y después de comer y beber por última vez. Se llevó a cabo un análisis de impedancia bioeléctrica (resistencia del cuerpo al paso de una corriente eléctrica). Para ello se utilizó un analizador de composición corporal Tanita BC 418-MA (Tanita, Tokio, Japón). Se siguieron todas las recomendaciones para realizar el análisis de la impedancia bioeléctrica. El dispositivo fue conectado y calibrado para tener en cuenta el peso de la ropa (0,2 kg). Posteriormente se introdujeron datos sobre la edad, sexo y altura corporal del sujeto. Para medir la altura se utilizó el estadiómetro HM - 250P Leicester (Marsden Scales, Rotherham, Reino Unido). Los sujetos se situaban en el analizador de composición corporal colocando sus pies y manos desnudos sobre los lugares marcados (electrodos). El dispositivo analiza la composición corporal basada en las diferencias de la capacidad de conducir la corriente eléctrica por los tejidos del cuerpo (diferente resistencia) debido al diferente contenido de agua. Las variables que se registraron para satisfacer los objetivos del presente estudio fueron: Índice de Masa Corporal (IMC) y porcentaje de Masa Grasa (%MG). Estas dos variables son clave para valorar la salud del niño y determinar si presenta obesidad o sobrepeso en función de las clasificaciones reconocidas internacionalmente. Para clasificar a los sujetos en obesos o con sobrepeso fueron utilizados las clasificaciones de Cole et al. [10] y McCarthy et al. [11]. Para el IMC se utilizó la clasificación de Cole et al. [10], en la que se establecen los puntos de corte de sobrepeso en niños de 10 años en 19,84 kg/m², en niños de 10,5 años en 20,20 kg/m², en niños de 11 años en 20,55 kg/m² y en niños con 11,5 años en 20,89 kg/m², siendo mayor de 24 kg/m² obeso a la edad de 10 años, mayor de 24,57 kg/m² obeso a la edad de 10,5 años, mayor de 25,10 kg/m² obeso a la edad de 11 años y 25,58 kg/m² obeso a la edad de 11,5 años. Por otro lado, para la clasificación de sobrepeso/obesidad teniendo en cuenta el porcentaje de masa grasa (%MG), se utilizó la clasificación de McCarthy et al. [11], en la cual se establece que

los niños con 10 años de edad y que tengan un 22,8 %MG sufren sobrepeso/obesidad, y en niños de 11 años el punto de corte se establece en 23 %MG.

2.2.2. Evaluación de tensión arterial y frecuencia cardiaca

La tensión arterial y la frecuencia cardiaca en reposo se midieron con el tensiómetro de brazo Visomat Comfort 20/40 [20]. Este tensiómetro permite conocer la tensión arterial sistólica, la tensión arterial diastólica y la frecuencia cardiaca del sujeto evaluado. Se siguieron las directrices para realizar la medición de la tensión arterial del Grupo de Trabajo en Medición de la Tensión Arterial de la Sociedad Europea de Hipertensión. Los jugadores estaban relajados en posición sentada y con la espalda apoyada, sin cruzar las piernas, con temperatura agradable y no hablaron antes o durante la medición.

2.2.3. Test de salto

A continuación, se realizó un calentamiento previo y los sujetos realizaron el test de salto vertical (Abalakov) para la medición de fuerza en el miembro inferior. El salto Abalakov es un salto que se realiza partiendo desde una posición erguida y se realiza un salto hacia arriba por medio de un ciclo de estiramiento - acortamiento, es decir, una flexión seguida lo más rápidamente de una extensión de piernas con libre influencia de los brazos valorando la manifestación reflejo-elástico-explosiva y el índice de utilización de las extremidades inferiores. Para la medición se utilizó la plataforma de salto Optojump, para así medir con más exactitud las diferentes variables. El resultado registrado para este estudio fue la altura del salto. Las células fotoeléctricas Optojump, constan de 2 barras paralelas (un receptor y una unidad transmisora) y están ubicadas a nivel del suelo. Éstas permiten que se respete la interacción de la superficie del atleta porque se pueden colocar en todas las superficies deportivas (es decir, validez de contenido), excepto arena [21].

2.2.4. Test de capacidad aeróbica

Por último, realizaron la prueba del Course Navette. Se trata de un test de aptitud cardiorrespiratoria, audible, incremental, continuo (sin pausas), máximo hasta la fatiga, de aceleración y desaceleración (ir y volver). Consiste en correr el mayor tiempo posible entre 2 líneas separadas por 20 m en doble sentido, ida y vuelta. El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora. Las primeras etapas son de velocidad baja y tienen como objetivo familiarizarse con el test y, a su vez, realizar una entrada en calor específica. El sujeto debe pisar detrás de la línea de 20 metros en el momento justo en

que se emite la señal sonora. El test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido de la señal [22]. La velocidad obtenida en el último periodo completado es considerada como velocidad final alcanzada (VFA) y se utiliza para estimar el $VO_{2m\acute{a}x}$. Para calcular el $VO_{2m\acute{a}x}$ a partir del resultado obtenido en el CN, se debe introducir la edad (E) y la velocidad final ($V = 8 + 0,5 \times \text{último estadio completado}$) en la siguiente fórmula [23]: $VO_{2m\acute{a}x} = 31,025 + 3,238V - 3,248E + 0,1536VE$ Las mediciones fueron realizadas por el equipo investigador y tuvieron lugar en el campo de fútbol 8 donde los sujetos realizaban sus entrenamientos.

2.3. Análisis estadístico

El diseño de este estudio es descriptivo, transversal, y relacional. Se diseñó una hoja de registro en la que se apuntaron los valores obtenidos por cada jugador en cada una de las pruebas. Los programas informáticos utilizados para el análisis de datos fueron Microsoft Excel y SPSS Statistics 23.0. Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva: media y desviación estándar. Además, para analizar las diferencias significativas entre los diferentes grupos se utilizó la prueba T para muestras independientes. También se realizó un análisis de correlaciones mediante correlación de Pearson. En todas las pruebas, se consideró $p < 0.05$ como nivel de significación estadística. Se calculó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen [24].

3. RESULTADOS

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en cuatro tablas. La Tabla 1 recoge los valores de condición física y composición corporal, describiendo la comparación de medias y su desviación estándar de las diferentes variables tanto del total de los sujetos, como por edades. Además, se realizó la prueba T para muestras independientes para ver las diferencias significativas entre las diferentes edades, así como la d de Cohen para el tamaño del efecto entre ambos grupos.

Analizando los resultados de la Tabla 1 se encuentran diferencias significativas en el $VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg/min) ya que $p < 0,05$, IMC (kg/m^2) siendo $p < 0,05$ y MG (%) con $p < 0,05$. Se observa que el IMC y %MG es mayor en niños de 11 años y que el $VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg/min) es mayor en niños de 10 años. En las variables relacionadas con la condición física los sujetos de 10 años están por encima de la media, excepto en TAS reposo y TAD reposo que se encuentran por debajo, mientras que los sujetos de 11 años se encuentran por debajo, excepto en TAS reposo y TAD reposo que se encuentran por encima. Lo mismo ocurre con las variables de composición corporal situándose los sujetos de 11 años por

encima de la media y los sujetos de 10 años por debajo de la media, debido también, en gran medida, a la etapa de crecimiento. El tamaño del efecto en las variables de CN etapa, CN distancia y CN VFA es medio. En cambio, en VO₂máx. el tamaño del efecto es grande.

Tabla 1. Condición física y composición corporal según edad

	Total (n=28)	10 años (n=17)	11 años (n=11)	Prueba t				d de Cohen
				Dif.	t	gl	Sig.	
CN (etapa)	4,18 ± 1,72	4,50 ± 1,69	3,72 ± 1,73	0,77	1,15	25	0,26	0,387
CN distancia (m)	497,78±281,88	548,75±281,23	423,64±278,82	125,11	1,14	25	0,26	0,387
CN VFA (km/h)	9,48 ± 0,84	9,62 ± 0,88	9,27 ± 0,78	0,35	1,06	25	0,29	0,387
VO₂máx (ml/kg/min)	46,02 ± 4,43	47,47±4,04	43,90 ± 4,28	3,57	2,20	25	0,03*	0,773
TAS reposo (mmHg)	121,93 ± 11,30	121,29 ± 11,85	122,91 ± 10,87	-1,61	-0,36	26	0,71	0
TAD reposo (mmHg)	76,14 ± 12,75	76,29 ± 12,52	75,91 ± 13,72	0,38	0,07	26	0,94	0
FC reposo (lat/min)	78,93 ± 11,38	77,94 ± 11,51	80,45 ± 11,54	-2,51	-0,56	26	0,57	0
ABKJ (cm)	17,67 ± 3,52	17,87 ± 3,57	17,36 ± 3,59	0,50	0,36	26	0,71	0
IMC (kg/m²)	20,92 ± 4,60	19,51 ± 3,52	23,10 ± 5,35	-3,59	-2,14	26	0,04*	-0,773
MG (%)	26,06 ± 7,49	23,63 ± 6,99	29,81 ± 6,92	-6,17	-2,29	26	0,03*	-0,773

Valores expresados en: Media ± DE. Diferencias significativas: * $p < .05$ ** $p < .01$. CN: Test Course Navette. VFA: Velocidad final alcanzada. VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. FC: Frecuencia cardiaca. ABKJ: Salto Abalakov. IMC: Índice de masa corporal. MG: Masa grasa.

Por otro lado, en la Tabla 2 se comparan las medias y se muestran las diferencias significativas con respecto a la condición física según IMC [10] clasificando a los grupos en sobrepeso y sin sobrepeso. Al igual que en la Tabla 1 se realizó la Prueba T para muestras independientes y se calculó el valor de la *d* de Cohen para el tamaño del efecto.

Se observan diferencias significativas en TAS reposo (mmHg) ya que $p < 0,01$ y en TAD reposo (mmHg) con $p < 0,01$. En las variables de condición física los sujetos sin sobrepeso tienen una media mayor que aquellos con sobrepeso. Y, además, tanto en TAD reposo, en TAS reposo y FC reposo, los sujetos con sobrepeso tienen una media mayor que los sujetos sin sobrepeso. Por tanto, se puede concluir que los sujetos clasificados con sobrepeso según Cole et al. [10] están por debajo de la media con respecto a la condición física. El tamaño del efecto en las variables de CN etapa, CN distancia, CN VFA, VO₂máx y ABKJ el efecto es medio.

Tabla 2. Condición física según IMC (Cole et al., 2000) [10]

	Total (n=28)	Sin sobrepeso (n=14)	Con sobrepeso (n=14)	Prueba t				D de Cohen
				Dif.	t	gl	Sig.	
CN (etapa)	4,18 ± 1,72	4,80 ± 1,60	3,60 ± 1,67	0,2	1,89	25	0,06	0,534
CN distancia (m)	497,78±281,88	598,46±266,39	404,29±271,76	194,17	1,87	25	0,07	0,534
CN VFA (km/h)	9,48 ± 0,84	9,73 ± 0,88	9,25 ± 0,77	0,48	1,5	25	0,14	0,534
VO₂máx (ml/kg/min)	46,02 ± 4,43	47,56 ± 4,11	44,58 ± 4,37	2,98	1,82	25	0,08	0,534
TAS reposo (mmHg)	121,93 ± 11,30	116,36 ± 8,88	127,50 ± 10,92	-11,14	-	26	0,006**	-1,069
TAD reposo (mmHg)	76,14 ± 12,75	69,57 ± 9	82,71 ± 12,80	-13,14	-	26	0,004**	-1,603
FC reposo (lat/min)	78,93 ± 11,38	78 ± 8,36	79,86 ± 14,04	-1,85	-	26	0,67	0
ABKJ (cm)	17,67 ± 3,52	18,68 ± 3,74	16,65 ± 3,08	2,02	1,56	26	0,13	0,534

Valores expresados en: Media ± DE. Diferencias significativas: * $p < .05$ ** $p < .01$. CN: Test Course Navette. VFA: Velocidad final alcanzada. VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. FC: Frecuencia cardíaca. ABKJ: Salto Abalakov. IMC: Índice de masa corporal.

En la Tabla 3 se comparan las medias y se muestran las diferencias significativas con respecto a la condición física según MG (%) [11] clasificando a los grupos en sobrepeso y sin sobrepeso. Se realizó la Prueba T para muestras independientes y se calculó el valor de la *d* de Cohen para el tamaño del efecto.

Tabla 3. Condición física según % MG (McCarthy et al., 2006) [11]

	Total (n=28)	Sin sobrepeso (n=10)	Con sobrepeso (n=18)	Prueba t				D de Cohen
				Dif.	t	gl	Sig.	
CN (etapa)	4,18 ± 1,72	5 ± 1,63	3,77 ± 1,65	1,22	1,81	25	0,082	0,394
CN distancia (m)	497,78±281,88	631,11±273,88	431,11±268,52	200	1,81	25	0,08	0,394
CN VFA (km/h)	9,48 ± 0,84	9,83 ± 0,9	9,3 ± 0,78	0,52	1,56	25	0,13	0,394
VO₂máx (ml/kg/min)	46,02 ± 4,43	48,28 ± 4,37	44,89 ± 4,12	3,39	1,97	25	0,05	0,394
TAS reposo (mmHg)	121,93 ± 11,30	117,1 ± 9,94	124,61 ± 11,36	-7,51	-	26	0,09	-0,394
TAD reposo (mmHg)	76,14 ± 12,75	69,7 ± 8,83	79,72 ± 13,38	-10,02	-	26	0,04*	-0,788
FC reposo (lat/min)	78,93 ± 11,38	76,2 ± 9,06	80,44 ± 12,46	-4,24	-	26	0,35	0
ABKJ (cm)	17,67 ± 3,52	19,38 ± 3,77	16,72 ± 3,18	2,65	2,01	26	0,05	0,788

Valores expresados en: Media ± DE. Diferencias significativas: * $p < .05$ ** $p < .01$. CN: Test Course Navette. VFA: Velocidad final alcanzada. VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. FC: Frecuencia cardíaca. ABKJ: Salto Abalakov. MG: Masa grasa.

Se observan solamente diferencias significativas en TAD reposo (mmHg) ya que $p < 0,05$. Además, en las variables de condición física los sujetos sin sobrepeso tienen una media mayor que aquellos con sobrepeso. En TAD reposo, en TAS reposo y FC reposo, los sujetos con sobrepeso tienen

una media mayor que los sujetos sin sobrepeso. Por otro lado, se puede observar que, al clasificar a los sujetos con la clasificación de McCarthy et al. [11] a través de %MG, el número de sujetos con sobrepeso es mayor, en comparación con la clasificación de Cole et al. [10]. Por esto, se puede concluir que los sujetos clasificados con sobrepeso según McCarthy et al. [11] están por debajo de la media con respecto a la condición física. Con respecto al tamaño del efecto en las variables de CN etapa, CN distancia, CN VFA y VO₂máx el efecto de la muestra es medio. En cambio, en la variable de ABKJ el tamaño del efecto es grande.

En la Tabla 4 se muestran las correlaciones entre condición física y composición corporal.

Tabla 4. Correlaciones entre condición física y composición corporal

	IMC (kg/m ²)	MG (%)
CN (etapa)	-0,510**	-0,534**
CN distancia (m)	-0,501**	-0,527**
CN VFA (km/h)	-0,409*	-0,454**
VO₂máx (ml/kg/min)	-0,552**	-0,577**
TAS reposo (mmHg)	0,476*	0,401*
TAD reposo (mmHg)	0,545**	0,498**
FC reposo (lat/min)	0,147	0,243
ABKJ (cm)	-0,053	-0,452*

*Valores expresados en: r. Diferencias significativas: * p<.05 ** p<.01. CN: Test Course Navette. VFA: Velocidad final alcanzada. VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. FC: Frecuencia cardiaca. ABKJ: Salto Abalakov. IMC: Índice de masa corporal. MG: Masa grasa.*

Con respecto al IMC, se han obtenido correlaciones significativas con CN etapa, CN distancia, CN VFA, VO₂máx., TAS reposo y TAD reposo. Con CN etapa (r= -0,510), CN distancia (r= -0,501), CN VFA (r= -0,409) y VO₂máx. (r= -0,552) la correlación es negativa moderada. En cambio, con las variables TAS reposo (r=0,476) y TAD reposo (r=0,545) la correlación es positiva moderada. Por otro lado, con la FC reposo (r= 0,147) se encuentra una correlación positiva muy baja y no significativa. Por último, con ABKJ (r= -0,053) su correlación es negativa muy baja y no significativa.

En cuanto a la variable de %MG, se encontraron correlaciones significativas con las siguientes variables: CN etapa, CN distancia, CN VFA, VO₂máx., TAS reposo, TAD reposo y ABKJ. La correlación con las variables de CN etapa (r= -0,534), CN distancia (r= -0,527), CN VFA (r= -0,454), VO₂máx. (r= -0,577) y ABKJ (r= -0,452) es negativa moderada. Con las variables de TAS reposo (r=0,476) y TAD reposo (r=0,545) la correlación es positiva moderada. Y, por último, la correlación con la FC reposo (r=0,243) es positiva baja y no significativa.

4. DISCUSIÓN

En el análisis de los datos de condición física y composición corporal se encontraron diferencias significativas en cuanto a edad, clasificación corporal según IMC y según %MG. Además, se encontraron correlaciones significativas entre condición física y composición corporal en muchas de las variables. Los datos del presente estudio se pueden contrastar con los de otras investigaciones, las cuales abordan datos similares con respecto a dichas variables en niños. Se puede observar en la Tabla 2 que los niños de 10 años tienen una media mayor en las variables de condición física que aquellos de 11 años, así como una media mayor en su composición corporal, debido a la etapa de crecimiento, por lo que se encuentran diferencias significativas en VO_2 máx., IMC y %MG. Casais, Crespo, Domínguez y Lago [25] afirman que, en función de la edad, existen diferencias significativas ($p < 0.01$) en cuanto al peso, la talla y el porcentaje muscular total, de ahí a que la variable de IMC sea mayor en niños de 11 años. No obstante, se debe hacer hincapié en la variable de %MG, ya que grandes porcentajes se asocian directamente con la obesidad y con el riesgo de sufrir enfermedades cardiorrespiratorias [26]. Por ello, Caamaño-Navarrete et al. [26], en su estudio a niños de 9 a 14 años a los que se les realizaron varias pruebas, entre ellas el Course Navette, afirman que los escolares en categoría de obeso presentaron inferiores resultados en el test de Course Navette ($p < 0,001$), siendo el VO_2 máx. menor en los sujetos con obesidad ($p < 0,001$). Así lo certifican también Mallén et al. [27], cuyos resultados mostraron que, en niños, un grado superior de condición física cardiovascular se asocia con cantidades significativamente menores de grasa, es decir, se observa que niños con una mejor condición física cardiovascular tienen una composición corporal más saludable, por lo que la capacidad aeróbica suele estar inversamente relacionada con la cantidad de masa grasa. Estos datos avalan los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que los niños de 10 años presentan un menor %MG y un mayor rendimiento cardiovascular siendo el VO_2 máx. la variable más significativa. Asimismo, Rosa et al. [19] afirman que los escolares de entre 8 y 12 años que tienen un nivel bajo de condición física y actividad física tienen peor calidad de la dieta, y que una buena condición física se relaciona positivamente con la actividad física y la calidad de la dieta. Así lo manifiestan también Orgilés, Sanz, Piqueras y Espada [28] en su estudio, donde participaron 623 niños y niñas de la provincia de Alicante, afirmando que se encontró una alta prevalencia de obesidad y sobrepeso y que los niños con normopeso realizan con mayor frecuencia ejercicio físico que los que presentan sobrepeso y obesidad. Por ello, aquellos niños que presentan mayor tiempo de inactividad diaria tienen mayor riesgo de sufrir obesidad o sobrepeso, siendo su IMC mayor que en aquellos con una actividad diaria moderada.

Comparando con los datos obtenidos en la tabla 3 de la clasificación de condición física según IMC [10], en las variables de condición física los sujetos sin sobrepeso tienen una media mayor que aquellos con sobrepeso, resultados que contrastan con las anteriores investigaciones. He et al. [29], en su estudio a 1795 niños en China, afirman que aquellos con una condición física mayor no sufrían sobrepeso ni obesidad y los niños con una condición física baja tuvieron significativamente mayores probabilidades de tener o sobrepeso / obesidad, por lo que la condición física se correlaciona de manera significativa e inversa con el IMC. Estos datos coinciden con los resultados del presente estudio, corroborando que un mayor IMC es indicador de un nivel bajo de condición física y riesgo de sufrir sobrepeso u obesidad.

Además, en la tabla 2 se encontraron diferencias significativas en TAS reposo (mmHg) y en TAD reposo, siendo mayor en aquellos niños con sobrepeso. Así lo afirman Ferrer, Fernández-Britto, Piñeiro, Carballo y Sevilla [30] en su estudio a 482 niños, de los cuales 79 eran obesos y 58 tenían sobrepeso y en los que se observó que la media de tensión arterial sistólica y diastólica era mayor en relación al resto que presentaban un peso normal. Por esto, la obesidad y el sobrepeso influyen significativamente en el aumento de la tensión arterial ($p \leq 0,001$). Por otro lado, Reckziegel, Burgos, Cézane y Becker [31], en su estudio constituido por 230 escolares, evaluaron entre otras variables el IMC y %MG, así como la tensión arterial en reposo. Los resultados reafirman que estudiantes con poca actividad física, o con un IMC alto (sobrepeso y obesidad), tienen mayor porcentaje de hipertensión.

En la tabla 3 del presente estudio, se clasificó a los sujetos según condición física y %MG. Los resultados coinciden con el resto de publicaciones, siendo la condición física de los sujetos mejor en aquellos sin sobrepeso que en aquellos con sobrepeso. Ortega, Ruiz y Castillo [32] afirman que niveles elevados de actividad física en la infancia o la adolescencia, especialmente de actividad física de alta intensidad, se asocian con una menor cantidad de grasa corporal total, especialmente la capacidad aeróbica, que se relaciona inversamente con los niveles de grasa corporal. La clasificación de McCarthy et al. [11] utilizada en el estudio muestra una evolución interesante con la edad de los futbolistas. Mientras que en la muestra de 10 años el %MG se sitúa unos puntos por encima de la media, notablemente se va reduciendo en los próximos años. En el presente estudio, según la clasificación de %MG, más de la mitad de los niños sufren sobrepeso, siendo mayor a los 11 años de edad. Esto puede ser debido a la calidad de la dieta. Se encontraron diferencias significativas en TAD reposo, y como han demostrado estudios anteriores, aquellos con sobrepeso tienen mayor media.

En la tabla 4 se muestran las correlaciones entre condición física y composición corporal de cada una de las variables. En todas las variables (excepto FC reposo) se encontraron correlaciones significativas. En cuanto a IMC, se da una correlación negativa con las variables de CN etapa, CN, CN

VFA y VO_2 máx. En cuanto a %MG, se da una correlación negativa con las variables de CN etapa, CN, CN VFA y VO_2 máx y ABKJ. Como se ha afirmado anteriormente, y contrastado con diferentes estudios, es debido a que los niños con sobrepeso u obesidad tienen una condición física menor, afectando a las variables señaladas. En cambio, tanto en IMC y %MG se da una correlación positiva con las variables de TAD reposo y TAS reposo, ya que a mayor IMC y %MG mayor es la media de las variables.

Centrándonos en cómo afectan los resultados al fútbol, Mazza y Zubeldía [33], mostraron correlaciones elevadas en las que un alto % de tejido adiposo incide negativamente sobre el consumo máximo de oxígeno en futbolistas jóvenes. Por otro lado, Moreno, León, Serón, Mesana, y Fleta [34] evaluaron la composición corporal por antropometría a 239 niños de 9,0 a 14,9 años, en edad escolar y jugadores de fútbol y, compararon los resultados con los de un grupo de referencia. El índice de masa corporal no mostró diferencias significativas entre los niños que practicaban fútbol y el grupo de referencia, pero el porcentaje de grasa corporal total sí fue significativamente menor en el grupo de fútbol. Por tanto, el fútbol puede ser propuesto como una práctica de actividad física adecuada para prevenir o tratar la obesidad y sus comorbilidades, junto a una buena alimentación y una vida activa [35,36].

La principal fortaleza de este estudio fue el uso de instrumentos validados y fiables para evaluar la composición corporal y la condición física de los participantes. La principal limitación es que los participantes fueron solo de sexo masculino, por lo que se recomienda que futuras investigaciones analicen también a jugadoras de sexo femenino.

5. CONCLUSIONES

- En función de la edad, los jugadores de 10 años tuvieron un índice de masa corporal significativamente menor, un porcentaje de masa grasa significativamente menor, y un consumo máximo de oxígeno significativamente mayor respecto a los jugadores de 11 años.
- Según el índice de masa corporal, los jugadores con sobrepeso tuvieron una tensión arterial sistólica y diastólica significativamente mayor que la de los jugadores sin sobrepeso.
- Según el porcentaje de masa grasa, los jugadores con sobrepeso tuvieron una tensión arterial diastólica significativamente mayor que la de los jugadores sin sobrepeso.
- Se encontraron correlaciones significativas negativas entre composición corporal (IMC y masa grasa) y capacidad aeróbica.

- Se encontró una correlación significativa negativa entre composición corporal (masa grasa) y salto.
- Se encontraron correlaciones significativas positivas entre composición corporal (IMC y masa grasa) y tensión arterial (sistólica y diastólica).

Por tanto, se recomienda llevar a cabo programas de intervención con el objetivo de mejorar la composición corporal de los jugadores de fútbol en edad escolar, debido a que esto tendrá efectos positivos en la capacidad aeróbica, el salto y la tensión arterial de los mismos.

6. REFERENCIAS

1. Lamonedá-Prieto J, Huertas-Delgado F, Córdoba-Caro L, García-Preciado AV. Adaptación de la Escala Multidimensional de Orientaciones hacia la Deportividad al contexto del fútbol alevín. *Cuad Psicol del Deport.* 2014;14(2):71–80.
2. Ekblom B, Umberto J. Manual de las ciencias del entrenamiento: fútbol. Barcelona: Paidotribo; 1999.
3. Carbonell, A, Aparicio V, Delgado M. Valoración de la condición física en futbolistas de categoría cadete. *Rev Kronos.* 2009;8(14):101–106.
4. Salinero JJ, González-Millán C, Ruíz-Vicente D, Abián-Vicén, J, García-Aparicio A, Rodríguez-Cabrero M et al. Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Rev Int Med Cienc Ac.* 2013;13(50):401–418.
5. Carbo JMC. Deporte y obesidad en la adolescencia. En: *Adolescencia y deporte.* Barcelona: INDE Publicaciones; 2004.
6. Chueca M, Azcona C, Oyarzábal M. Obesidad infantil. Vol. 25, *Anales Sis San Navarra.* 2002;(1):127-141.
7. Sánchez-Cruz J, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66(5):371–376.
8. Rubio Herrera MA, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido D, et al. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Rev Esp Obes.* 2007;5(3)135–175.
9. Prentice AM, Cole T, Fry T. Body mass index standards for children. *BMJ.* 1998;319:122. <https://doi.org/10.1136/bmj.319.7202.122a>
10. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ.* 2000;320:1240. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
11. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes.* 2006;30(4):598–602.
12. Black MM, Creed-Kanashiro HM. ¿Cómo alimentar a los niños?: La práctica de conductas alimentarias saludables desde la infancia. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2012;29(3):373–378.
13. Gardner DSL, Hosking J, Metcalf BS, Jeffery AN, Voss LD, Wilkin TJ. Contribution of early weight gain to childhood overweight and metabolic health: A longitudinal study (EarlyBird 36). *Pediatrics.* 2009;123(1):e67-e73. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-1292>
14. Nader PR, O'Brien M, Houts R, Bradley R, Belsky J, Crosnoe R, et al. Identifying risk for obesity in early childhood. *Pediatrics.* 2006;118(3):e594-e601.

15. Larrosa-Haro A, Julián González-Pérez G, Manuel Vásquez-Garibay E, Romero-Velarde E, Chávez-Palencia C, Salazar-Preciado LL, et al. Crecimiento acelerado en escolares obesos frente a escolares con peso saludable. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2014;52(1):12–17.
16. Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez A, Meusel D, Sjöström M, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *J Public Health.* 2006;269–277.
17. Castillo-Garzon M, Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez-Sanz A. A Mediterranean diet is not enough for health: physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *World Rev Nutr Diet.* Basel: Kager; 2007;97(1):114–138.
18. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca García M, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescents. *Nutr Hosp.* 2011;26(6):1210–1214.
19. Rosa Guillamón A, García-Cantó E, Rodríguez García PL, Pérez Soto JJ, Tárrega Marcos ML, Tárrega López PJ. Actividad física, condición física y calidad de la dieta en escolares de 8 a 12 años. *Nutr Hosp.* 2017;34(6):1292–1298.
20. Stergiou GS, Tzamouranis D, Nasothimiou EG, Protogerou AD. Can an electronic device with a single cuff be accurate in a wide range of arm size? Validation of the Visomat Comfort 20/40 device for home blood pressure monitoring. *J Hum Hypertens.* 2008;22(11):796–800.
21. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, Stauffacher S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Validity and Reliability of Optojump Photoelectric Cells for Estimating Vertical Jump Height. *J Strength Cond Res.* 2011;25(2):556–560.
22. García GC, Secchi JD. Test course navette de 20metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años *Apunts Medicina de l'Esport.* 2014;49(183):93–103. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.06.001>
23. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(2):93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
24. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural sciences.* New York: Hillsdale Lawrence Erlbaum; 1988.
25. Casáis Martínez L, Crespo Salgado JJ, Domínguez Lago E, Lago Peñas C. Relación entre parámetros antropométricos y manifestaciones de fuerza y velocidad en futbolistas en edades de formación. Vigo: Universidad de Vigo; 2004.
26. Caamaño Navarrete F, Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A. Bajos niveles de rendimiento físico, VO2MAX y elevada prevalencia de obesidad en escolares de 9 a 14 años de edad. *Nutr Hosp.* 2016;33(5):1045–1051. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.565>
27. Casajús JA, Leiva MT, Ferrando JA, Moreno L, Aragonés MT, Ara I. Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes. *Apunt Med l'Esport.* 2006;41(149):7–14. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(06\)70002-0](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(06)70002-0)
28. Orgilés M, Sanz I, Piqueras JA, Espada JP. Diferencias en los hábitos de alimentación y ejercicio físico en una muestra de preadolescentes en función de su categoría ponderal. *Nutr Hosp.* 2014;30(2):306–313. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.30.2.7607>
29. He Q, Wong T, Du L, Jiang Z, Yu TI, Qiu H, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children. *Prev Med.* 2011;52(2):109–113. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.11.005>
30. Ferrer-Arocha M, Fernández-Britto Rodríguez JE, Piñeiro-Lamas R, Carballo-Martínez R, Sevilla-Martínez D. Obesidad e hipertensión arterial: señales ateroscleróticas tempranas en los escolares. *Rev Cubana Pediatr.* 2010;82(4):20–30.

31. Burgos MS, Tibiriçá Burgos L, Dias Camargo M, Rech Franke SI, Prá D, Marcos Vargas da Silva A, et al. Relationship between anthropometric measures and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Arq Bras Cardiol*, 2013;101(4):288-296. <https://doi.org/10.5935/abc.20130169>
32. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: Evidence from epidemiologic studies. *Endocrinol y Nutr*. 2013;60(8):458–469. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2013.10.007>
33. Zubeldía GD, Mazza OC. Características Antropométricas y Funcionales en Futbolistas de 14 a 15 años pertenecientes a Racing Club. *PubliCE*. 2002;0.
34. Moreno LA, León JF, Serón R, Mesana MI, Fleta J. Body composition in young male football (soccer) players. *Nutr Res*. 2004;24(3):235–242. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.10.006>
35. El Haddad RF, Yahfoufi N, Haidar MA, Hoteit M. Knowledge, Attitude and Practices of Lebanese Married Women towards Food Safety. *Atena j. public health*. 2020;2:1-11.
36. García CS, Zauder R, López Sánchez GF. Analysis of body composition and physical fitness of futsal players at school age according to their level of physical activity, diet and body image. *Atena j. sports sci*. 2019;1:1-20.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© 2020 by the authors. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), meaning that anyone may download and read the paper for free. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms. These conditions allow for maximum use and exposure of the work, while ensuring that the authors receive proper credit.