

## **RELACION ENTRE PARAMETROS ANTROPOMETRICOS Y MANIFESTACIONES DE FUERZA Y VELOCIDAD EN FUTBOLISTAS EN EDADES DE FORMACION.**

**Luis Casáis Martínez<sup>1</sup>, Juan José Crespo Salgado<sup>1</sup>, Eduardo Domínguez Lago<sup>1</sup>, Carlos Lago Peñas<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Departamento de Didácticas Especiales, Facultad de Ciencias de la Educación de Pontevedra, Universidad de Vigo, España.**

### **RESUMEN**

Se presenta un estudio de valoración funcional de futbolistas en edades de formación (infantiles, cadetes y juveniles) con el objetivo de observar las relaciones entre algunos parámetros antropométricos (peso muscular total y área muscular de muslo) y manifestaciones de fuerza (fuerza explosivo-elástica y explosivo-elástico-reactiva) y velocidad (capacidad de aceleración). Los resultados muestran fuertes relaciones entre dichas variables, diferentes según la edad, lo que permite intuir unos momentos de mayor entrenabilidad de estos factores condicionales, definitivos para el rendimiento en este deporte.

**Palabras clave: fútbol, área muscular, fuerza, velocidad.**

### **INTRODUCCION.**

En la última década han salido a la luz estudios sobre la caracterización cineantropométrica y condicional del futbolista, aunque casi todos ellos se refieren al modelo de rendimiento del futbolista profesional, tanto a nivel internacional (Chatard, 1984; Luthanen, 1984; Bosco, 1991; Weineck, 1994; Reilly, 1994; Ekblom, 1999; Mombaerts, 2000, Bangsbo, 2002; Cometti, 2002; Santos et al, 2002), como a nivel nacional (Portolés, 1996; Rico, 1997; Gorostiaga, 2001; García-López et al, 2001; Yagüe, 2002). Son pocos los estudios que han tenido en cuenta esta valoración en otros niveles competitivos o grupos de edad (Ardá, 1996; Lealli, 1997; Natal, 1998; D'ottavio, 2001).

Por otra parte, se ha puesto en evidencia la relación directa entre determinados parámetros de fuerza y velocidad (Bosco, 1991; Gorostiaga y González Badillo, 1995; Hakkinen, 1996; Cometti, 2002).

La relación e influencia de determinados parámetros antropométricos como el peso muscular total, el porcentaje muscular, o el área muscular total sobre la producción de fuerza explosiva, explosivo elástica o la capacidad de aceleración ha sido poco estudiada (Martin et al, 1990; Tittel y Wutscherk, 1992; Canda, 1996). Parece, sin embargo evidente esta relación, y con ello la importancia de una adecuada construcción condicional de los futbolistas en sus edades de formación.

Con este estudio, pretendemos realizar una caracterización condicional en las categorías del fútbol base y aproximarnos a la relación entre los parámetros antropométricos y las manifestaciones de fuerza y velocidad.

### **METODO**

A través de un estudio descriptivo, se tomaron las cualidades físicas como variables independientes a analizar, operativizadas a través de diferentes tests estandarizados. Se partió de un estudio transversal multivariado de tres grupos, con una sola medida de las variables expuestas. Se tomaron jugadores del mayor nivel competitivo, de siete equipos gallegos de División de Honor juvenil (N=85, 18.1 años  $\pm$

0.8), 8 equipos cadetes de División de honor (N=108,  $15.7 \pm 0.4$ ) y 8 equipos infantiles de Liga gallega (N=125,  $13.7 \pm 0.5$ ).

Se realizó la medida de fuerza y velocidad, además de un estudio cineantropométrico, a través de tests suficientemente conocidos por los sujetos y validados por la literatura. Los tests fueron administrados en una sola sesión de entrenamiento, en pleno periodo competitivo (mes de abril de 2003), y tras al menos un día de descanso, por un grupo de testadores suficientemente entrenados después de un calentamiento estandarizado y con el siguiente orden de pruebas, con el fin de no interferir en la ejecución maximal de los tests: estudio cineantropométrico, valoración de la fuerza y valoración de la velocidad. Los sujetos estaban familiarizados con la ejecución de los tests para mejorar la validez de la toma de datos. Todas las pruebas fueron realizadas con botas de fútbol y sobre campo de hierba sintética de tipo Astrotuf. Para la recogida de los datos se utilizaron las siguientes medidas:

1.- Estudio cineantropométrico: a través del método cineantropométrico siguiendo el protocolo del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) (Esparza, 1993). Se tomaron medidas de peso a través de una báscula Seca y talla, con altímetro Seca. En puntos marcados previamente con lapiz dermatográfico se tomaron los siguientes pliegues con un lipómetro Holtain: tricipital, subescapular, bicipital, suprailíaco, abdominal, muslo anterior y pierna. Las ecuaciones de estimación de la Grasa corporal, siguen la metodología de Matiegka que divide el peso corporal del sujeto en cuatro componentes: Peso óseo, Peso Graso, Peso Muscular y Peso residual. Se utilizó la fórmula de Faulkner para hallar el porcentaje de masa grasa.

Se midieron también diámetros óseos: biestoliodo de radio, bicondilar de húmero y bicondilar de fémur, mediante paquímetro Mitutoyo y perímetros musculares: brazo contraído, muslo y pierna, con una cinta métrica Harpenden. Para estimar el Peso Óseo se utilizó la fórmula de Von Döbeln-Rocha. Para el Peso Muscular la fórmula de Matiegka, y el Peso Residual según las constantes propuestas por Wurch. Para el estudio del somatotipo se utilizó el método de Heath-Carter (Ross y Marfell-Jones, 1991; Aragonés y Casajús, 1991, Casajús y Aragonés, 1991, 1997). El área muscular de muslo se calculó con la ecuación de Housch et al (1995).

2.- Valoración de la fuerza: se realizó a través de la batería de saltos de Bosco (1994,2000) utilizando la plataforma Ergojump Boscosystem, realizando la medida de la fuerza explosiva (squat jump), la fuerza explosiva-elástica (salto en contramovimiento) y la fuerza explosivo-elástico-reactiva de cuádriceps (salto en contramovimiento con brazos). Se realizaron tres saltos, tomando como resultado el mejor de ellos (Luthanen, 1984).

3.- Valoración de la velocidad: a través de una carrera de 30 metros con salida desde parado y con un pie retrasado. Se utilizaron células fotoeléctricas telemétricas Byomedic System y cronómetro Seiko System Stop Watch S-129. Se realizaron dos carreras, con un intervalo de 5 minutos entre ellas, tomando el mejor resultado.

Para el análisis de los datos antropométricos se utilizó el subprograma de cálculo cineantropométrico CompCalc del paquete de software Medidep (Fariña y Crespo, 1999). Posteriormente, los datos fueron analizados a través del paquete estadístico SPSS 11.0.

Se realizó un análisis descriptivo para conocer cual es la caracterización condicional de los sujetos a través de estadísticos de caracterización de la muestra. Para el estudio de la comparación entre grupos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA), comprobando que todas las variables seguían una distribución normal, estableciendo los niveles de significación habituales ( $*=p < 0.05$ ,  $**= p < 0.01$ ). Cuando se encontraban diferencias entre los grupos se utilizó la prueba de contrastes de Scheffé para determinar la dirección de las diferencias. Para conocer la relación entre las variables antropométricas y las variables de fuerza y velocidad, se realizó un estudio de regresión mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios.

## RESULTADOS:

A nivel de composición corporal, los futbolistas en edades de formación presentan unos bajos valores de grasa y altos valores de componente muscular, mostrando un somatotipo de predominio ecto-mesomórfico. Su perfil condicional, muestra también elevados valores de fuerza explosivo-elástica y capacidad de aceleración. Pueden observarse los datos de las variables condicionales en la tabla 1.

**TABLA 1.- Valores de las medias y desviaciones típicas de las variables antropométricas y funcionales de los sujetos del estudio.**

|                                           |          | <b>Media</b> | <b>Desviación típica</b> |
|-------------------------------------------|----------|--------------|--------------------------|
| Peso (kg)                                 | Intanfil | 53.37        | 8.92                     |
|                                           | Cadete   | 66.11        | 7.57                     |
|                                           | Juvenil  | 72.49        | 7.39                     |
| Talla (cm)                                | Intanfil | 162.34       | 8.61                     |
|                                           | Cadete   | 172.96       | 5.74                     |
|                                           | Juvenil  | 175.69       | 5.52                     |
| % graso                                   | Intanfil | 11.12        | 1.69                     |
|                                           | Cadete   | 11.39        | 1.69                     |
|                                           | Juvenil  | 11.65        | 1.40                     |
| % muscular                                | Intanfil | 47.34        | 1.62                     |
|                                           | Cadete   | 48.55        | 1.66                     |
|                                           | Juvenil  | 49.29        | 1.26                     |
| Peso muscular (kg)                        | Intanfil | 25.21        | 4.38                     |
|                                           | Cadete   | 32.06        | 3.52                     |
|                                           | Juvenil  | 35.74        | 3.63                     |
| Area muscular de muslo (cm <sup>2</sup> ) | Intanfil | 114.32       | 21.05                    |
|                                           | Cadete   | 139.39       | 17.78                    |
|                                           | Juvenil  | 150.24       | 13.50                    |
| SJ (cm)                                   | Intanfil | 26.96        | 4.84                     |
|                                           | Cadete   | 31.05        | 5.02                     |
|                                           | Juvenil  | 31.80        | 4.35                     |
| CMJ (cm)                                  | Intanfil | 30.40        | 4.79                     |
|                                           | Cadete   | 35.53        | 4.82                     |
|                                           | Juvenil  | 36.33        | 4.83                     |
| CMJ-brazos (cm)                           | Intanfil | 36.36        | 5.28                     |
|                                           | Cadete   | 42.25        | 5.10                     |
|                                           | Juvenil  | 43.36        | 5.34                     |
| Velocidad en 30 metros (seg)              | Intanfil | 4.83         | .25                      |
|                                           | Cadete   | 4.47         | .19                      |
|                                           | Juvenil  | 4.35         | .16                      |

En función de la edad, existen diferencias significativas (\*\* $p < 0.01$ ) en el peso, la talla, el porcentaje muscular, el peso muscular total, el área muscular de muslo y la capacidad de aceleración (velocidad en 30 metros de parado). Estas diferencias también se observan en las manifestaciones de fuerza (fuerza explosiva, explosivo-elástica y explosivo-elástica-reactiva) entre infantiles y cadetes (\*\* $p < 0.01$ ), pero no se aprecian diferencias significativas entre cadetes y juveniles.

En el análisis de los determinantes de la capacidad de aceleración (velocidad en 30 metros) de los futbolistas de la muestra, se han estimado dos especificaciones: i) un modelo aditivo en el que se incorporan como regresores la fuerza explosivo-elástico-reactiva (CMJ-b), la edad (en años) y el área muscular; ii) un modelo interactivo integrado por la combinación multiplicativa de las variables anteriores.

En la tabla 2 se recogen los resultados de la estimación de los modelos anteriores. El primer modelo que incluye los valores de CMJ-b, la edad y el área muscular, explica el 72 % de la varianza. Las variables son significativas (\*\*p<0.01) y tienen el signo esperado: cuanto mayor es el valor alcanzado en el CMJ-b, la edad de los deportistas y su área muscular, se emplea menos tiempo en recorrer la distancia de 30 metros (signo negativo). La interacción entre la edad y los valores en el CMJ-b que presenta el modelo 2 mejora en 2 puntos el ajuste anterior (\*\*p<0.01). El tercer modelo añade al primero la interacción entre la edad y el área muscular, mejorando el ajuste en una unidad porcentual. Todas las variables son significativas (\*\*p<0.01) y presentan los valores esperados.

**Tabla 2.- Modelos de regresión explicativos de la capacidad de aceleración**

| <i>Variable dependiente</i><br><b>Velocidad en 30 metros</b> | <i>Modelos</i>   |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                              | 1                | 2                | 3                |
| Constante                                                    | 6.649** (0.079)  | 4.728** (0.073)  | 5.531** (0.089)  |
| CMJ B                                                        | -0.025** (0.007) | -0.025** (0.002) | -0.024** (0.002) |
| Edad                                                         | -0.052** (0.007) | -0.058** (0.006) | -0.059** (0.007) |
| Área Muscular                                                | -0.002** (0.001) | -0.001** (0.001) | -0.001** (0.000) |
| EDAD X CMJ B                                                 |                  | 0.004** (0.001)  |                  |
| Edad X Área Muscular                                         |                  |                  | 0.004** (0.001)  |
| R <sup>2</sup> Ajustado                                      | 0.72             | 0.74             | 0.73             |
| N                                                            | 299              | 299              | 299              |

*Notas:* Aparecen en primer lugar los coeficientes de regresión estimados, seguidos por las desviaciones típicas de los parámetros calculados a partir de la matriz de varianzas y covarianzas estimada mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y mediante el método de White. R<sup>2</sup> Ajustado es el coeficiente de determinación; N es el número de observaciones, (\*\* p<0.01).

En la tabla 3 se presentan los resultados de la estimación de un modelo aditivo para analizar la fuerza elástico-explosiva-reactiva medida a través del CMJ b. La especificación comprende la fuerza elástico-explosiva (CMJ), el peso muscular total y el área muscular de muslo. Explica el 79 por 100 de la varianza. Las variables son significativas (\*\*p<0.01) y tienen el signo esperado: cuanto mayor es el valor alcanzado en el CMJ, el peso muscular total y el área muscular de muslo, se alcanza una mayor altura en el CMJ b.

**Tabla 3.- Modelos de regresión explicativos de la fuerza explosiva-elástica**

| <i>Variable dependiente</i><br><b>CMJ b</b> | <i>Modelo 1</i> |
|---------------------------------------------|-----------------|
| CONSTANTE                                   | -9.081** (4.90) |
| CMJ                                         | 0.870** (0.430) |
| MÚSCULO                                     | 0.351** (0.111) |
| ÁREA MUSCULAR                               | 0.024** (0.008) |
| R <sup>2</sup> AJUSTADO                     | 0.79            |
| N                                           | 307             |

*Notas:* Aparecen en primer lugar los coeficientes de regresión estimados, seguidos por las desviaciones típicas de los parámetros calculados a partir de la matriz de varianzas y covarianzas estimada mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y mediante el método de White. R<sup>2</sup> Ajustado es el coeficiente de determinación; N es el número de observaciones (\*\* p<0.01).

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos reflejan, en primer lugar, lo inadecuado de utilizar, como parámetros de control del entrenamiento en edades de formación, datos que proceden de futbolistas profesionales adultos, por cuanto existen diferencias muy notables entre estos grupos de edad y los valores de sujetos adultos de la élite de la modalidad. Los futbolistas senior de élite muestran promedios de porcentaje graso por debajo del 10%, y porcentajes musculares entre 50-52% (Villa et al, 1999; Santos et al, 2002; Casajús, 1997; Ekblom, 1999; Rico, 1997). También se observan valores de área muscular de muslo muy por debajo de los encontrados con futbolistas adultos (Canda, 1996). Los valores de fuerza se sitúan, asimismo, por debajo de los jugadores profesionales (35-40 cm para el SJ, o 37-44 cm para el CMJ) (Bosco, 1990; Portolés, 1996; Rico, 1997; Faina, 1998; Gorostiaga, 2001; García López, 2001; Yagüe, 2002; Santos, 2002; Cometti, 2002). A nivel de capacidad de aceleración (Vittori, 1993), los sujetos estudiados muestran valores de nuevo inferiores a jugadores profesionales seniors (con valores que oscilan entre los 3.96-4.04 que encontró Gorostiaga (2001), los 4.11 de Ardá (1997), los 4.21 de Cometti (2002) o los 4.28 de Rico (1997)).

Con respecto a la relación entre parámetros antropométricos y manifestaciones de fuerza y velocidad, parece confirmarse la relación directa sugerida por la literatura (Bosco, 1991; Hakkinen, 1996). Resulta especialmente relevante la influencia del peso muscular total y del área muscular de muslo de los sujetos en sus producciones de fuerza y velocidad (Tittel y Wutscherk, 1992).

Con relación a la edad, se observa un crecimiento progresivo de las producciones de fuerza y velocidad, que se hace especialmente acelerado entre los 15-16 años. Por ello, creemos que la etapa de formación correspondiente a la categoría cadete se evidencia como particularmente decisiva de cara a una correcta construcción neuromuscular del joven futbolista. Parece importante adquirir en esas edades un grado de hipertrofia muscular importante, aunque queda por valorar en posteriores estudios los posibles efectos negativos entre un peso total mayor, y el efecto en manifestaciones de resistencia como el consumo de oxígeno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Aragonés, M. T. y Casajús, J. A. (1991). Modificaciones antropométricas debidas al entrenamiento: estudios longitudinales. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol VIII, 32, 345-353.
- Ardá, A. (1997). Estudio de las capacidades condicionales de futbolistas juveniles. *Revista de Entrenamiento deportivo*, XI, 3, 21-26.
- Bangsbo, J. (2002). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo
- Bosco, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Barcelona: Paidotribo
- Canda, A. S. (1996). Estimación antropométrica de la masa muscular en deportistas. En *Métodos de estudio de la composición corporal en deportistas*, 9-26. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Casajús, J. A. Y Aragonés, M. T. (1991). Estudio cineantropométrico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol VIII, 30, 147-151.
- Casajús, J. A. Y Aragonés, M. T. (1997). Estudio cineantropométrico del futbolista profesional español. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol XIV, 59, 177-184.
- Chatard, C. (1985). Aspectos fisiológicos del fútbol. *Entrenador español*, 25, 11-21.

- Cometti, G. (2002). *La preparación física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- D'Ottavio, S. (2001). *El Rendimiento del Joven Futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- Ekblom, B. (1999). *Fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- Esparza, F. (1993). *Manual de cineantropometría*. Madrid: FEMEDE.
- Faina, M. et al (1988). Definition of the physiological profile of the soccer players. En T. Reilly et al (eds.). *Science and football* (pp. 158-163). Londres: Spoon.
- Fariña, L. Y Crespo, J. (1999). Medidep: Medicina Deportiva: Programa para la consulta de casos. En [www.cineantropometria.com](http://www.cineantropometria.com).
- García-López, J. et al (2001). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts de Educació Física y Deportes*, 63, 46-52.
- Garganta, J. (1991). Descriçao e comparacao de valores de força explosiva dos membros inferiores en jovens practicantes de futebol. *As ciencias do desporto e a practica desportiva*. Oporto: Bento e Marques eds.-Cámara de comercio.
- Garganta, J. Maia, J. y Pinto, J. (1993). Somatotype body composition and physical performance capacities of elite young players. En T. Reilly (ed.) *Science and football II* (pp. 292-294). Londres: E. y F. N. Spoon.
- González, L y Gorostiaga, E (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la Fuerza*. Barcelona: INDE.
- Gorostiaga, E. (2001). *Aspectos fisiológicos en el fútbol: test de campo y el entrenamiento de la fuerza*. I Congreso internacional de preparadores físicos de fútbol. Madrid.
- Hakkinen, K. (1996). Aplicaciones prácticas del entrenamiento de fuerza. *INFOCOES*, 1, 2, 49-55.
- Lealli, G. (1997). *Fútbol base*. Barcelona: Martínez Roca.
- Luthanen, P. (1984). Evaluación física de los jugadores de fútbol. *Apunts d'Educació física i medicina esportiva*, 82, 99-102.
- Luthanen, P. (1984). Evaluación física de los jugadores de fútbol. *Apunts de educació física i medicina esportiva*, 82, 99-102
- Martin, A. et al (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 5, 729-733.
- Mombaerts, E. (2000). *Fútbol: del análisis del juego a la formación del jugador*. Barcelona: INDE.
- Natal Rebelo, J. (1993). *Estudio das accoes motrices no futebol. As ciencias do desporto, a cultura e o homem*. Oporto: Bento e Marque eds
- Portolés, J. V. (1996). El entrenamiento de la fuerza del futbolista de élite. *Training futbol 6*. 13-25.
- Rakhila, P. y Luthanen, P. (1991). Physical fitness profile of Finnish soccer teams candidates. *Science and football*, 5, 30-34.
- Rico-Sanz, J. (1997). Evaluaciones de rendimiento en futbolistas. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol XIV, 59, 207-212.
- Ross, W. y Marfell-Jones, M. (1983). Kineanthrometry. En J. McDougall et al (eds.). *Physiological testing of the elite athlete* (pp 75-115). New York: Movement .
- Santos, J.; Costa, O. y Apell, H. (2002). Estudio comparativo, fisiológico, antropométrico y motor entre futbolistas de diferente nivel competitivo. En J. Garganta et al (eds.). *A investigaçao em futebol*. Porto: Universidade de Porto.
- Tittel, K. Y Wutscherk, H. (1992). Anthropometric factors. En P. Komi (ed.), *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell
- Villa, J.; García-López, J. y Moreno, C. (1999). Influencia del entrenamiento de pretemporada en el perfil cineantropométrico y en la composición corporal en fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XII, 1,35-40.
- Weineck, J. (1994). *Fútbol total*. Barcelona: Paidotribo
- Yague Ares, P. (2002). Fútbol: requerimientos físicos y fisiológicos de la competición, perfil funcional del jugador. *Training Fútbol*, 72, 32-45.