



FUTBOLISTA SUDAMERICANO DE ELITE: MORFOLOGIA, ANALISIS DEL JUEGO Y PERFORMANCE

Resultados de las Investigaciones en Composición Corporal, Análisis del Movimiento y Análisis Táctico, en la Copa América 1995 (Uruguay)



EDITORES:

EDGARDO RIENZI

JUAN CARLOS MAZZA

EDITORES CONSULTANTES:

J.E. LINDSAY CARTER

THOMAS REILLY

EDITOR:

BIOSYSTEM SERVICIO EDUCATIVO



S O K I P

SOCCER KINANTHROPOMETRIC PROJECT I



**FUTBOLISTA SUDAMERICANO DE ELITE:
MORFOLOGIA, ANALISIS DEL JUEGO
Y PERFORMANCE**

*Resultados de las Investigaciones
en Composición Corporal, Análisis del
Movimiento y Análisis Táctico, en la
Copa América 1995 (Uruguay)*

EDITORES:

*EDGARDO RIENZI
JUAN CARLOS MAZZA*

EDITORES CONSULTANTES:

*J.E. LINDSAY CARTER
THOMAS REILLY*

EDITORIAL:



BIOSYSTEM SERVICIO EDUCATIVO

FUTBOLISTA SUDAMERICANO DE ELITE: MORFOLOGIA, ANALISIS DEL JUEGO Y PERFORMANCE

*Resultados de las Investigaciones en Composición Corporal,
Análisis del Movimiento y Análisis Táctico,
en la Copa América 1995 (Uruguay)
(Incluye referencias bibliográficas)*

Editores:

Edgardo Rienzi y Juan Carlos Mazza

Editores Consultantes:

J.E. Lindsay Carter y Thomas Reilly

ISBN: 987-95380-1-3

Derechos adquiridos de Edición:

Juan Carlos Mazza

(Biosystem Servicio Educativo)

Desarrollo de Edición:

Edgardo Rienzi

Asistente de Edición:

J.E. Lindsay Carter

Traducción y Compaginación:

Gabriela Cuesta, Boris Trumper y

Carolina Marchesini

Diseño Gráfico y Técnico:

Mónica Monestés y Gerardo Altinger

Fotocromía:

Eduardo Rey

Impresión:

Impresiones Módulo S.R.L.

Editado y publicado por Biosystem Servicio Educativo, Septiembre de 1998. Edición original en idioma español, autorizada por el Comité Científico de SOCCER KINANTHROPOMETRIC PROJECT I, desarrollado antes y durante la Edición de la Copa América de Fútbol, Uruguay 1995.

Impreso en la Argentina por Impresiones Módulo S.R.L. Todos los derechos reservados. Excepto para el uso en revisiones, ninguna parte de éste material puede ser reproducida, almacenada en sistemas computados, o transmitida, en ninguna forma electrónica, mecánica, por fotocopia o grabación, sin el expreso permiso correspondiente, por escrito del Editor (Biosystem Servicio Educativo).

COMPOSICION CORPORAL

Alan D. Martin, J. E. Lindsay Carter, y Paulo S. C. Gomes

Aún un observador casual puede darse cuenta que los deportistas, en conjunto, difieren con respecto a la composición corporal y al físico de los no deportistas; un observador más experto, a menudo, puede identificar el deporte de un atleta observando el tamaño corporal, la adiposidad, y la cantidad y distribución de la masa muscular. Tradicionalmente, la cuantificación de la composición corporal de los deportistas se centralizaba casi exclusivamente en la masa grasa (desde el punto de vista antropométrico, masa adiposa), tomando como criterio de medición a la hidrodensitometría, o un centenar de fórmulas validadas por este criterio de medición. Existen varios inconvenientes con este método. Los deportistas de alto nivel de casi todas las especialidades son muy magros: velocistas, gimnastas, maratonistas, saltadores en largo, levantadores de pesas, y jugadores de tenis, por dar algunos ejemplos. Si son varones, lo más probable es que tengan porcentajes grasos entre el 7% y 12% (Sinning, 1996), por lo cual una medición aislada de la adiposidad es inefectiva para distinguir claramente la composición corporal, asociada con deportes particulares. La inspección visual muestra que son las masas muscular y ósea, y la forma en que están distribuidas en el cuerpo, las que distinguen a estos deportistas y, por lo tanto, cualquier evaluación de la composición corporal en deportistas debería examinar al menos tres componentes: grasa/adiposidad, músculo, y hueso. El segundo inconveniente importante que se genera al centralizar el estudio sólo en la grasa/adiposidad, es que las presunciones o suposiciones científicas subyacentes a la justificación y sustento del método hidrodensitométrico, tienen el potencial de causar grandes errores (Martin y Drinkwater, 1991), y podrían afectar seriamente a los deportistas, cuya densidad ósea podría ser mucho mayor de lo normal, resultante en una subestimación del porcentaje graso. Junto con este problema está el efecto del grupo étnico o raza, lo cual induce a un mayor error en las estimaciones del porcentaje graso (Schutte y cols., 1984; Heyward y Stolarezyk, 1996). Todas estas consideraciones se aplican a los jugadores de fútbol de élite. En este capítulo hemos adoptado un enfoque de múltiples componentes de la composición corporal de los futbolistas. La adiposidad ha sido estimada por la suma de pliegues cutáneos, así como por el porcentaje de grasa corporal; la muscularidad como la suma de perímetros corregidos por los pliegues, más su conversión a masa muscular utilizando una ecuación validada con cadáveres; y, de modo similar, la masa ósea ha sido estimada como la suma de diámetros óseos, y su conversión a masa esquelética, nuevamente a través de una ecuación validada con cadáveres. Hay pocos reportes sobre la composición corporal de los jugadores de fútbol, y los datos disponibles se relacionan exclusivamente con la adiposidad.

METODOS

La metodología general, incluyendo la selección de sujetos y detalles de la antropometría, se describen en el Capítulo 3; los análisis del tamaño corporal y el somatotipo en el Capítulo 6. Brevemente, seis países que compitieron en la Copa América en 1995, aportaron un total

de 110 jugadores que se ubicaron dentro de tres categorías étnicas: blancos (60), mestizos (34), y negros (16). Todos eran jugadores de élite y entre ellos se encontraban algunos de los mejores del mundo. Debido a la limitación en acceder a los jugadores tanto por el tiempo como por el lugar, todos los parámetros de la composición corporal fueron derivados de variables antropométricas, y no se utilizó hidrodensitometría u otros métodos indirectos. La adiposidad fue estimada de tres formas; primero, como la suma de ocho pliegues cutáneos: bíceps, tríceps, subescapular, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo, y pantorrilla medial. La densidad corporal fue estimada a partir de la ecuación cuadrática de (Lohman, 1981):

$$D = 1,0982 - 0,000815.X - 0,00000084.X^2$$

donde X es la suma de los pliegues del tríceps, subescapular, y abdominal (en mm). Luego, el porcentaje graso se estimó a partir de la ecuación de Siri, es decir, usando un valor asumido de 1.100 gr/ml para la densidad de la masa magra o libre de grasa. Para permitir las diferencias étnicas en la densidad de la masa magra, luego se calculó una estimación corregida de % graso (% graso corregido). Cuando el deportista era negro, la densidad de la masa magra fue incrementada a 1.113 gr/ml, según lo recomendado por Schutte y cols. (1984), elevando la versión levemente modificada de la ecuación de Siri, y un valor levemente mayor de % graso. Para los mestizos, se presumió una densidad de la masa magra de 1.1065 gr/ml, valor intermedio entre los valores para negros y blancos.

La masa muscular se estimó usando perímetros corregidos (sustrayendo al perímetro absoluto el valor del pliegue cutáneo respectivo para cada región topográfica: Martin y cols., 1990). Con esta técnica, los contornos de los tejidos en un corte transversal de las extremidades se presume que son circulares y concéntricos. Si el espesor del tejido adiposo es d, y el perímetro de la extremidad es P, entonces:

$$\text{Perímetro muscular (Pm)} = P - (2 \pi \cdot d)$$

Si se supone además que la lectura en el calibre de pliegues cutáneos (PC) es dos veces el espesor del tejido adiposo, entonces:

$$Pm = P - (\pi \cdot PC)$$

Se calcularon los perímetros corregidos para el brazo (- pliegue del tríceps), el muslo (- pliegue en la cara anterior del muslo medio), y la pantorrilla (- pliegue de la pantorrilla medial). También se utilizó el perímetro máximo del antebrazo, no corregido. La masa muscular fue calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$MM = H \times [(0,0553 \cdot PM^2) + (0,0987 \cdot PA) + (0,0331 \cdot PP) - 2,445]$$

donde: H es la estatura; PM es el perímetro corregido del muslo; PA es el perímetro no corregido del antebrazo; y PP es el perímetro corregido de la pantorrilla (todos en cm); y MM es la masa muscular (en gr), de acuerdo al procedimiento de Martin y cols. (1990). Se calculó un índice de muscularidad, SUM-4P, sumando PM, PA, PP, y el perímetro del brazo relajado (PBr) corregido por la sustracción del tríceps.

Se calculó un índice óseo, SUM 6H, a partir de la suma de las siguientes dimensiones óseas: diámetro biepicondilar del húmero, diámetro bicondilar del fémur, diámetro de la muñeca, diámetro de la mano, diámetro bimalleolar del tobillo, y longitud del pie. La masa del esqueleto fue estimada a partir de una ecuación validada con cadáveres (Martin, 1991), basada en ecuaciones anteriores no validadas (Matiegka, 1921).

$$ME = 60 \times 10^{-6} \times H \times (DF + DM + DT + DMu)$$

donde: H es la estatura. DF es el diámetro bicondilar del fémur, DM es el diámetro de la mano, DT es el diámetro bimalleolar del tobillo, y DMu es el diámetro radio-cubital de la muñeca (todos en cm), generando la ME (masa esquelética) en kg.

Los análisis estadísticos incluyeron la estadística descriptiva y el análisis de la variancia, por país y por posición de juego, con test de Tukey para identificar diferencias entre subgrupos. Se estableció un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los 110 jugadores de los países sudamericanos participantes fueron clasificados, al igual que en anteriores capítulos, por país (URG = Uruguay, ECU = Ecuador, ARG = Argentina, BOL = Bolivia, COL = Colombia, PAR = Paraguay), y por posición de juego (ARQ = arquero, DEF CEN = defensor central, DEF LAT = defensor lateral, MED DEF = mediocampista defensivo, MED OF = mediocampista ofensivo, DEL LAT = delantero lateral, DEL CEN = delantero central). En la Tabla 7.1 se muestra la estadística descriptiva de los 110 sujetos.

TABLA 7.1. Medias, desvíos standard, valores mínimos y máximos de variables seleccionadas de composición corporal, en 110 futbolistas Sudamericanos, pertenecientes a seis países.

Variable	Media	DS	Mínima	Máxima
Edad (años)	26.1	4.0	20	38
Peso corporal (kg)	76.4	7.0	63	96
Estatura (cm)	177.7	5.7	165	195
SUM 8PC (mm)	60.2	14.1	34	117
Densidad corporal (gr/ml)	1.075	0.006	1.053	1.085
% Grasa	10.6	2.6	6	20
% Grasa (corregido)	11.8	2.7	6	22
SUM 4P (cm)	145.1	6.8	114	162
Masa Muscular (MM) (kg)	47.5	5.1	38	64
% MM	62.2	2.9	56	72
SUM 6DH (cm)	66.6	2.3	61	74
Masa Esquelética (MEs) (kg)	10.5	1.1	9	12
% MEs	13.7	0.9	11	16
MM/MEs	4.6	0.3	3.8	5.5

Las variables estrictamente relacionadas con el tamaño han sido analizadas en otras secciones de esta monografía, y no se discutirán, excepto en cuanto a su relación con las variables de composición. Como era de esperar, los valores medios reflejaron la magreza asociada con casi todos los deportistas de élite. El valor medio del % Grasa corregido fue mayor en 1.2 % que el valor tradicional de % Grasa, debido a que la ecuación de Siri subestima el % Grasa en deportistas con mayor densidad ósea (y, por lo tanto, mayor densidad de la masa magra, o libre de grasa, que el supuesto valor de 1.100 gr/ml). El espesor medio de los pliegues cutáneos fue de aproximadamente 7.5 mm, pero la disparidad entre la media y los valores mínimos y máximos para la SUM 8PC revela la distribución típica asimétrica positiva. Los jugadores presentaron valores bastante importantes de muscularidad, como se observa por los altos valores de SUM 4P, MM, y % MM. El mejor indicador de la muscularidad es el % MM, ya que corrige para el tamaño corporal. El valor medio de esta muestra es algo mayor que los valores observados para deportistas varones de potencia, de nivel universitario, reportados previamente utilizando la misma ecuación (Spensst y cols., 1993). En otro estudio, se reportó que los nadadores de élite tenían menor muscularidad (56-60 %), lo cual es razonable dado que el músculo es más denso que el agua, y que la potencia de piernas de los nadadores es considerablemente menor que la de deportistas en actividades que suponen cargar con el propio peso (Drinkwater y Mazza, 1994). En el sentido de guardar una relación con el requerimiento de potencia, los nadadores de corta distancia tuvieron valores en el límite superior de este rango.

Las mediciones esqueléticas nuevamente reflejan el mesomorfismo reportado en el capítulo sobre el somatotipo y el tamaño corporal (Capítulo 6). La ecuación para la MEs utilizada en esta muestra, también fue usada en el estudio de natación y otros deportes acuáticos, previamente mencionado: los jugadores de fútbol tuvieron valores más altos que los nadadores: 13.7 % para el % MEs versus 12.7 % - 13.5 % en los nadadores en diferentes eventos. Esto es bastante razonable, ya que el exceso de masa esquelética con relación al peso corporal podría representar una desventaja en los nadadores, a menos que esté asociada con la mejoría en los parámetros biomecánicos, tales como la envergadura de brazos y el diámetro biacromial, que podrían contribuir a un mejor rendimiento.

Los análisis posteriores de las posibles diferencias por país y posición de juego, son presentadas bajo las secciones de adiposidad, muscularidad, y tamaño esquelético.

ADIPOSIDAD

A pesar de las dudas previamente expresadas con respecto a la conversión del espesor de los pliegues cutáneos a % de Grasa, aquí se reportan las dos estimaciones de % graso, con el fin de compararlas con otros deportistas. Las medias, con los errores standard en paréntesis, son presentadas para la SUM 8PC, % Grasa, y % Grasa Corregido. Los análisis de la variancia por país (Tabla 7.2) no revelaron diferencias significativas en la SUM 8PC y % Grasa, pero se observó una diferencia significativa en el % Grasa corr. Tanto BOL como ECU (13.3 % y 13.1 %, respectivamente), tuvieron significativamente más grasa que PAR (10.6 %) y URG (10.7 %). La variabilidad algo elevada en los espesores de los pliegues evitó que se encontraran significancia para dos de las variables, pero cuando el % Grasa fue corregido para el grupo étnico, el mayor predominio de jugadores negros en BOL y ECU, fue resultante de un incremento en las medias de esos países, y las diferencias entonces

alcanzaron significancia estadística. Está claro por el pequeño rango en estos tres parámetros de adiposidad, a través de los diferentes países, que los requerimientos funcionales del fútbol de alto nivel pesan más que las posibles diferencias étnicas.

TABLA 7.2. Medias y errores standard de las variables de adiposidad por país. Sólo se observaron diferencias significativas en el % Grasa corregido: BOL. & ECU > PAR & URG.

PAIS	SUM 8PC (mm)	% GRASA	% GRASA CORR.
ARG	61.7 (3.1)	10.5 (0.6)	10.8 (0.6)
ECU	61.9 (3.2)	10.9 (0.6)	13.1 (0.6)
URG	60.2 (2.2)	10.5 (0.4)	10.7 (0.5)
PAR	58.0 (3.7)	10.1 (0.6)	10.6 (0.7)
COL	53.4 (2.7)	9.4 (0.5)	12.0 (0.5)
BOL.	62.5 (4.1)	11.2 (0.7)	13.3 (0.6)

El análisis de la adiposidad según la posición de juego mostró que, numéricamente, los arqueros fueron los que tuvieron más grasa, pero también mostraron la mayor variación, lo cual evitó significancia estadística de las diferencias aparentes (Tabla 7.3). Los delanteros laterales fueron numéricamente los más magros, pero sólo se observó significancia estadística entre los arqueros y los delanteros laterales en el % Grasa corr. Sin embargo, los valores P no significativos estuvieron cercanos a 0.05 y sugieren que de haber evaluado una muestra levemente mayor, se habría alcanzado significancia estadística. No obstante, excluyendo a los arqueros, las diferencias entre las medias entre las diferentes posiciones son todas muy pequeñas, y reflejan la magreza característica de los deportistas de potencia y fondo en distintos deportes.

TABLA 7.3. Medias y errores standard de las variables de adiposidad por posición de juego. Sólo se observaron diferencias significativas en el % Grasa corregido: ARQ > DEL LAT.

POSICION	SUM 8PC (mm)	% GRASA	% GRASA CORR.
ARQ	73.5 (5.0)	13.3 (0.9)	13.7 (0.9)
MED OF	65.2 (3.5)	11.4 (0.7)	12.1 (0.7)
MED DEF	57.7 (3.0)	10.0 (0.5)	11.4 (0.6)
DEL CEN	63.3 (2.6)	10.8 (0.4)	11.8 (0.7)
DEF LAT	57.0 (2.5)	10.2 (0.6)	11.8 (0.7)
DEF CEN	57.0 (2.1)	10.0 (0.4)	11.5 (0.6)
DEL LAT	50.9 (2.9)	9.0 (0.5)	10.8 (0.5)

Se pueden utilizar los patrones de pliegues cutáneos para describir la distribución del tejido adiposo subcutáneo a través de los distintos puntos anatómicos. En la Figura 7.1 se grafican los patrones de seis pliegues: tríceps, subescapular, supraespal, abdominal, muslo anterior, y pantorrilla medial, en los arqueros y en los otros jugadores de campo. Los arqueros tuvieron significativamente mayores pliegues que los otros jugadores, en todos los sitios ($P < 0.0017$), pero los patrones de distribución fueron similares. Para la comparación con otros deportistas también se graficaron, a partir de los datos de Withers y cols. (1987), los patrones de 207 varones australianos de nivel provincial e internacional, en 14 deportes

(incluyendo fútbol). Se eligió la muestra australiana para la comparación ya que los métodos utilizados fueron los mismos que se llevaron a cabo en este estudio, y ya que representan una muestra transversal u horizontal de deportistas de distintas disciplinas. Las medias de los deportistas australianos se ubica entre los dos grupos de fútbol (arqueros y otros jugadores) para los pliegues del tríceps, subescapular, supraespinal, y abdominal, pero son similares para el muslo anterior, y levemente superiores para la pantorrilla medial. La suma de los seis pliegues fue ($M \pm DS$) de 57.8 ± 13.0 mm en los arqueros, 44.6 ± 9.2 mm en los otros jugadores de campo, y 51.3 mm (DS no disponible) en los deportistas australianos. Los datos precedentes se presentan en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Comparación de medias de pliegues cutáneos de los arqueros, otros jugadores de campo, y una muestra polideportiva (14 deportes) de deportistas australianos (*), para analizar patrones de distribución del tejido adiposo.

PL. CUTANEOS	ARQUEROS	OTROS JUGADORES	DEP. AUSTRALIANOS
TRICEPS	9.3	7.25	7.9
SUBESCAPULAR	11.83	9.31	10.1
SUPRAESPINAL	6.27	5.17	6.1
ABDOMINAL	13.60	10.19	12.1
MUSLO ANTERIOR	10.92	8.07	11.1
PANTORRILLA	5.89	4.62	7.1

(*) Extraído de Withers y cols., 1987.

FIGURA 7.1

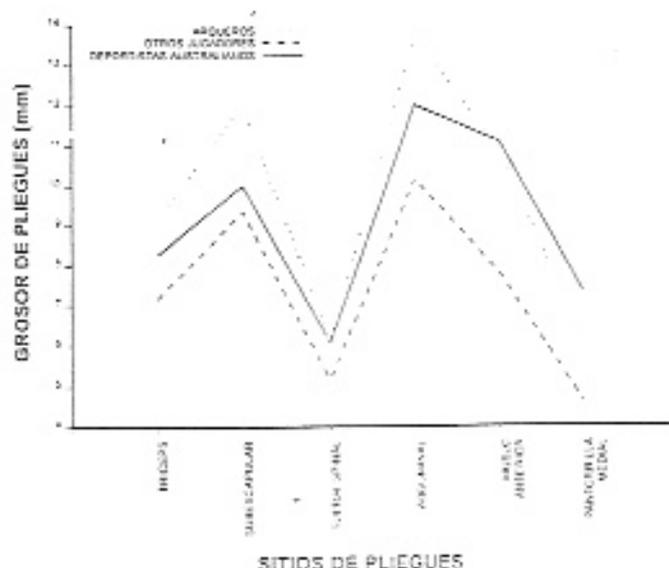


FIGURA 7.1. Valores graficados de los pliegues cutáneos de los arqueros ($N=15$) y de los otros jugadores ($N=95$) de campo, en la Copa América de Fútbol, en comparación con deportistas australianos ($N=207$), en distintas disciplinas (Withers y cols., 1987).

Cuando se compararon con los deportistas que compitieron en el Campeonato Mundial de Deportes Acuáticos en 1991, utilizando los mismos pliegues cutáneos, el patrón de distribución y la sumatoria de los seis pliegues de los arqueros es similar a los de los jugadores de waterpolo y nadadores de fondo, y los de los otros jugadores de campo es similar a los de todos los otros nadadores y a deportistas de saltos ornamentales (Carter y Ackland, 1994).

MASA ESQUELETICA

La masa esquelética ha sido un aspecto largamente descuidado de la composición corporal, en gran parte debido a la falta de estrategias para cuantificarla. El tamaño de los huesos y las proporciones son claramente importantes para el rendimiento deportivo, y pueden ser particularmente importantes en actividades altamente especializadas. Las variables derivadas utilizadas en el presente estudio, reflejan tanto el valor absoluto (SUM 6H y MEs) como el relativo (% MEs). Debido a ello, es razonable pensar que los países con jugadores más altos y con mayor peso mostrarán mayores valores absolutos en las variables esqueléticas. Esto fue, en realidad, lo que sucedió. Los equipos con mayores pesos y altura, ARG y URG, tuvieron las medias más altas en la SUM 6H y MEs, a pesar de que las diferencias reales no fueron de magnitud (Tabla 7.5). Se observó significancia estadística en la SUM 6H, en donde URG y ARG fueron mayores que BOL, país con los valores más bajos en estas tres variables óseas. La masa esquelética estimada (MEs), varió de 9.8 kg en BOL a 10.8 kg en ARG, reflejando nuevamente las diferencias generales en el tamaño. Sin embargo, cuando se tuvieron en cuenta las diferencias en tamaño, normalizando la masa ósea al peso corporal, por ej. % MEs, la variabilidad observada por los valores del error standard fue menor y, por lo tanto, hubo más diferencias significativas: ECU, URG, y ARG presentaron valores más elevados que BOL; y ECU tuvo un mayor valor que COL. En la interpretación de estos datos se debería tener en cuenta que el % MEs está afectado, tanto por la adiposidad como por la muscularidad, ya que ambas contribuyen al peso corporal. Por lo tanto, siendo iguales todos los otros factores, el % MEs será relativamente inferior en aquellos con mayor muscularidad y/o adiposidad.

TABLA 7.5. Medias y errores standard de las variables óseas por país. Se observaron diferencias significativas en la SUM 6H: URG & ARG > BOL; MEs: ARG > BOL; %MEs: ECU, URG, y ARG > BOL; ECU > COL.

PAIS	SUM 6H (cm)	MEs (kg)	% MEs
ARG	67.3 (0.6)	10.8 (0.3)	13.8 (0.1)
ECU	66.8 (0.5)	10.7 (0.2)	14.3 (0.2)
URG	67.3 (0.5)	10.6 (0.2)	13.9 (0.2)
PAR	66.4 (0.4)	10.5 (0.3)	13.7 (0.3)
COL	66.3 (0.5)	10.2 (0.2)	13.3 (0.2)
BOL	65.2 (0.6)	9.8 (0.2)	13.0 (0.3)

Cuando se examinan las variables óseas por posición de juego, las únicas diferencias significativas observadas fueron entre los arqueros y ciertos jugadores de otras posiciones (Tabla 7.6). Específicamente, para la SUM 6H, los arqueros (ARQ) tuvieron valores más

altos que los mediocampistas ofensivos (MED OF), los delanteros laterales (DEL LAT), y los defensores laterales (DEF LAT). Para la MEs, los ARQ y los defensores centrales (DEF CEN) tuvieron mayores valores que los MED OF, los DEL LAT, y los DEF LAT. No se observaron diferencias significativas en el % MEs entre grupos. Esto demuestra que lo importante es el tamaño óseo absoluto. La importancia del tamaño esquelético para las posiciones centrales de la cancha es conocida por todos los que siguen el fútbol. Las pelotas altas desde los laterales al área penal del adversario son una estrategia común que necesitan, por lo tanto de defensores y delanteros altos. Nuestros datos no muestran una estatura significativamente mayor de los delanteros centrales versus los otros jugadores que no ocupan el área central, pero en relación con esta explicación, numéricamente ellos mostraron los valores más altos después de los arqueros y los defensores centrales.

En consecuencia de estas consideraciones, las diferencias observadas por país pueden, probablemente, atribuirse a diferencias genéticas inherentes, basadas en el grupo étnico. Además de las situaciones de ataque y defensa central mencionadas previamente, parece haber muy poca ventaja, si es que la hay, en el mayor tamaño óseo en los jugadores que no se mueven en zonas centrales; y como probablemente la mayor masa esquelética inhibe o reduce la movilidad, podría ser contraproducente para muchas de las destrezas en el fútbol.

TABLA 7.6. Medias y errores standard de las variables óseas por posición. Se observaron diferencias significativas en la MEs: ARQ & DEF CEN > MED OF, DEL LAT & DEF LAT; y en la SUM 6H: ARQ > MED OF, DEL LAT & DEF LAT.

POSICION	SUM 6H (cm)	MEs (kg)	% MEs
ARQ	68.6 (0.7)	11.3 (0.3)	13.3 (0.2)
MED OF	65.4 (0.6)	9.9 (0.3)	13.6 (0.2)
MED DEF	66.5 (0.5)	10.5 (0.2)	14.0 (0.2)
DEL CEN	66.7 (0.8)	10.6 (0.3)	13.2 (0.2)
DEF LAT	65.7 (0.5)	10.0 (0.2)	13.8 (0.2)
DEF CEN	67.4 (0.4)	11.0 (0.1)	13.9 (0.2)
DEL LAT	65.9 (0.5)	9.8 (0.2)	13.8 (0.2)

MASA MUSCULAR

A pesar de que ARG tuvo la mayor masa muscular absoluta, no hubo diferencias significativas en la SUM 4P y en la MM entre los países (Tabla 7.7). Sin embargo, debido al bajo peso corporal de ECU, y al elevado valor de esta variable en ARG, los jugadores de ECU mostraron el mayor nivel de masa muscular relativa, demostrada por el % MM media de 64.2%. Este valor fue significativamente mayor que para PAR, URG, y COL.

TABLA 7.7. Medias y errores standard de las variables musculares por país. Se observaron diferencias significativas en el % MM: ECU > PAR, URG & COL; y en MM/MEs: BOL. > PAR, URG & ECU

PAIS	SUM 4P (cm)	MM (kg)	% MM	MM/MEs
ARG	147.4 (1.3)	48.9 (1.1)	65.2 (0.5)	4.54 (0.05)
BOL	144.8 (1.5)	46.7 (1.2)	62.0 (0.7)	4.77 (0.07)
URG	144.4 (1.0)	47.0 (0.9)	61.4 (0.5)	4.44 (0.06)
ECU	144.1 (2.1)	48.0 (1.3)	64.2 (0.7)	4.49 (0.07)
PAR	143.4 (1.2)	46.4 (1.2)	60.2 (0.6)	4.41 (0.08)
COL	145.8 (1.7)	47.2 (1.3)	61.2 (0.8)	4.65 (1.10)

Cuando se analizó por posición de juego, los arqueros, en virtud de su mayor tamaño, tuvieron la mayor masa muscular (Tabla 7.8). Con respecto a la MM, los ARQ fueron significativamente mayores que los MED OF, los DEF LAT, los DEL LAT, y los MED DEF. De forma similar, los DEL CEN y DEF CEN presentaron una MM más elevada que los MED OF, quienes tuvieron el valor más bajo. Es interesante observar que numéricamente los delanteros, centrales y laterales, tuvieron el mayor % MM, a pesar de que sus valores no fueron estadísticamente diferentes de los jugadores en otras posiciones. Esto refleja, probablemente, la potencia muscular necesaria para la gran aceleración y velocidad de carrera, observada en los velocistas de élite. Esto está respaldado, al observarse que los delanteros centrales tuvieron los valores más altos del cociente entre MM/MEs, que es una medición de la muscularidad independiente del tamaño. Los valores de MM/MEs en los nadadores de élite, mencionados previamente, fueron de 4.2 a 4.5 en los diferentes eventos, reflejando nuevamente la mayor potencia muscular de los jugadores de fútbol en general, y de los delanteros centrales en particular.

TABLA 7.8. Medias y errores standard de las variables musculares por posición de juego. Se observaron diferencias significativas en la SUM4P: ARQ > MED DEF, MED OF & DEF LAT; y en MM: ARQ > MED OF, DEF LAT, DEL LAT & MED DEF; y DEL CEN & DEF CEN > MED OF

POSICION	SUM4P (cm)	MM (kg)	%MM	MM/MEs
ARQ	150.6 (1.5)	52.0 (1.4)	61.5 (0.5)	4.63 (0.08)
MED OF	141.5 (1.2)	44.0 (0.9)	60.5 (0.6)	4.47 (0.10)
MED DEF	141.5 (1.9)	46.3 (0.9)	62.0 (0.6)	4.44 (0.07)
DEL CEN	148.8 (2.3)	50.5 (2.1)	63.1 (1.1)	4.77 (0.07)
DEF LAT	143.7 (1.4)	45.4 (1.0)	60.6 (0.7)	4.56 (0.05)
DEF CEN	147.6 (1.1)	49.6 (0.8)	62.5 (0.6)	4.51 (0.06)
DEL LAT	143.9 (1.5)	45.7 (0.5)	63.0 (0.9)	4.60 (0.11)

CONCLUSIONES

Este análisis de la composición corporal de futbolistas Sudamericanos de élite no ha revelado ninguna sorpresa. En concordancia con el 9.5 % de Grasa corporal, reportado por Sinning (1996), y el 9.7 % de futbolistas australianos, reportado por Withers y cols. (1987), los mismos son tan magros como la mayoría de los deportistas de alto nivel de distintas disciplinas. En la revisión global y extensa hecha por Sinning (1996) sobre el % Grasa de deportistas competitivos, en más de 30 disciplinas o eventos diferentes, la gran mayoría de los varones estuvieron en el rango del 8 % - 12 %. Los pocos valores muy bajos, como el 4.7 % reportado en un grupo de corredores de fondo son, casi con seguridad, subestimaciones. Por lo tanto, era dable esperar que hubiera sólo algunas pequeñas diferencias en este estudio, correspondientes a la categorización de los jugadores por país o posición de juego. La gran adiposidad de los arqueros, a pesar de ser estadísticamente significativa para el % Grasa corr., representó una diferencia con relación a los delanteros laterales (el grupo más magro), de sólo el 1.9 % de grasa. Es poco probable que ésto tenga una significancia fisiológica o funcional. El hecho de que el rango de adiposidad de los arqueros se extendiera a valores más elevados que en los otros jugadores es, más probablemente, indicador del hecho de que las excelentes habilidades de los arqueros pueden compensar por el leve incremento de la masa Grasa adicional, mientras que en los otros jugadores, donde el componente aeróbico de la performance es mucho más importante, aún pequeñas cantidades extra de grasas son también limitantes del rendimiento.

El uso de índices de composición corporal, tales como las sumas de varias mediciones antropométricas y masas absolutas de tejidos, como MM y MEs, provocan que el tamaño corporal sea un factor que potencialmente puede confundir. Por lo tanto, es importante analizar también variables que sean independientes del tamaño, como el % MM y % MEs. Como ejemplo, la observación que la MEs y la SUM 6H fue mayor en ARG y URG que en BOL, se debe parcialmente al efecto del mayor tamaño. Después de examinar el % MEs, ECU tuvo entonces el valor más alto, y fue mayor que varios otros países. El hecho que ésto fuera más étnico que de performance fue sugerido por la falta de cualquier diferencia significativa cuando se buscaron diferencias en el % MEs por posición de juego; no se observó ninguna diferencia.

El mayor tamaño corporal de los arqueros es el responsable de sus mayores masas ósea y muscular, ya que su muscularidad relativa, % MM, no fue más elevada que la de los otros jugadores. Dado que es necesario que los arqueros sean ágiles, un gran tamaño es una ventaja debido a los requerimientos de bloquear y alcanzar los requerimientos de su posición. También los delanteros necesitan ser ágiles, pero la velocidad y la aceleración también son esenciales, lo cual requiere mayor muscularidad pero, a la vez, un mayor tamaño va en contra de aquellas cualidades de juego. Aparentemente, los defensores pueden sacrificar algo de velocidad y agilidad, a cambio del mayor tamaño y fuerza que los acompaña. El rendimiento óptimo de los jugadores ubicados en la zona central, dada la estrategia prevalente del juego mundial, favorece a aquellos que son tanto a los como grandes, atributos que podrían disminuir su necesidad de velocidad. La altura de los delanteros centrales debe ser compensada por un mayor % MM; de hecho, DEL CEN presentaron los valores más elevados de % MM, aunque no alcanzaron significancia estadística.

En general, la composición corporal de los jugadores de fútbol, excluyendo a los arqueros, está dictada en gran parte por el compromiso entre la capacidad aeróbica, con un requerimiento de Grasa corporal baja, y algún grado de fuerza y performance anaeróbica. En el caso de los defensores, esto está moderado por las ventajas del tamaño y fuerza adicionales, pero no tanto, ya que las necesidades de movilidad defensiva se pueden ver seriamente perjudicadas. Los delanteros son normalmente rápidos y ágiles, consistente con nuestro resultado de su % MM mayor al 63 % (muscularidad relativa más elevada con respecto a las demás posiciones). Los delanteros centrales necesitan altura y peso corporal extra para poder manejar las situaciones competitivas en el área penal, mientras que los delanteros laterales son normalmente los jugadores más veloces de la cancha, lo cual coincide con nuestros resultados: tuvieron el valor más alto de % MM y el más bajo de % Graso, entre todas las posiciones de juego.

REFERENCIAS

- Drinkwater, D.T. y Mazza J.C. (1994). Body composition. En: *Kinanthropometry in Aquatic Sports: A study of World Class Athletes* (editado por J.E.L. Carter y T.R. Ackland), pp. 102-137. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heyward, V.H. y Stolarczyk, L.M. (1996). *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lohman, T.G. (1981). Skinfolts and body density and their relationship to body fatness: a review. *Human Biology* 53, 181-225.
- Martin, A.D. (1991). Anthropometric assessment of bone mineral. En: *Anthropometric assessment of nutritional status* (editado por J. Himes) pp. 185-196. Nueva York: Wiley-Liss, Inc.
- Martin, A.D. y Drinkwater, D.T. (1991). Variability in the estimation of body fat: assumptions or technique? *Sports Medicine* 11, 277-288.
- Martin, A.D., Spenst, L.F., Drinkwater, D.T. y Clarys, J.P. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22, 729-733.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology* 4, 223-230.
- Schutte, J.E., Townsend, E.J., Hugg, J., Shoup, R.F., Malina, R.M., y Blomqvist, C.G. (1984). Density of lean body mass is greater in Blacks than in Whites. *Journal of Applied Physiology* 456 (6), 1647-1649.
- Sinning, W.E. (1996). Body composition in athletes. En: *Human Body Composition* (editado por A.F. Roche, Heymsfield S.B. y Lohman T.G) pp. 257-273. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Spenst, L.F., Martin, A.D., y Drinkwater, D.T. (1993). Muscle mass of competitive male athletes. *Journal of Sports Science*, 11: 3-8.
- Withers, R.T., Craig, N.P., Bourdon, P.C., y Norton, K.I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology* 56, 191-200.