

Composición Corporal de los Hombres en Deportes de Alta Competencia

Carlos A. Mautalen, Ana Wittich, Beatriz Oliveri, Felipe Somoza Bosch, Ernesto Rotemberg.
Lugar de trabajo: Centro de Osteopatías Médicas*

Resumen:

1. Se determinó la composición corporal (grasa, masa magra y masa ósea) en hombres jóvenes, deportistas de alta competencia y controles de similar peso, talla y edad.
2. Se utilizó un equipo DEXA que efectúa la medición no invasiva en aproximadamente 10 minutos con un coeficiente de variación de 0,8%, 4% y 1% para los tejidos magros, grasos y óseos respectivamente.
3. La masa grasa ocupaba el 18% del peso corporal en los controles, valores similares a los obtenidos en otros estudios internacionales (17% al 21%, tabla 4).
4. En los futbolistas de primera división dicho porcentaje promedio fue del 12,1% (rango 6% al 19%). En los jugadores de rugby 3/4 y basquetbolistas el promedio fue del 15% al 16% y en los jugadores de rugby forwards del 21%.
5. La cantidad mínima de grasa dentro del organismo - salvo en casos de desnutrición- en los hombres jóvenes es de alrededor del 6%. En los deportistas de alta competencia que requieren reacciones rápidas y ágiles el porcentaje de grasa dentro del peso corporal no debería ser superior al 13%. Estos datos deben ser de interés para los preparadores físicos ya que valores fuera del rango de 6% al 13% sugieren alteraciones que deben ser corregidas en el primer caso y falta de entrenamiento intenso en el segundo.

Introducción

Los equipos de absorciometría por energía dual de rayos X (DEXA) han producido un avance de significativa importancia en la metodología para determinar la composición corporal. Una serie de métodos relativamente invasivos y difíciles de realizar han sido utilizados en el pasado para poder valorar los distintos compartimentos del cuerpo. Entre estas tecnologías se puede mencionar la determinación del peso bajo agua, las técnicas de dilución isotópicas y los análisis de activación neutrónica. Todas estas técnicas requieren el uso de instalaciones y equipos sumamente sofisticados y han permanecido por ahora solamente en las manos de grupos dedicados a la investigación clínica.

Otro método más accesible ha sido el de la impedancia bioeléctrica (BIA). El BIA mide lo que se denomina resistencia corporal (R). Sin embargo estudios recientes han demostrado que la determinación de R tiene un error importante para determinar el volumen muscular en hombres y mujeres.^(1, 2)

En cambio la utilización de los equipos DEXA es sumamente fácil y relativamente accesible ya que existen numerosos laboratorios equipados con este tipo de instrumentos. Pueden determinar la composición corporal de 3 compartimentos (grasa, masa magra y hueso).⁽³⁻⁶⁾ Tiene una precisión altamente confiable ya sea para estudios de grupo o para la evaluación de cambios en un mismo individuo a lo largo del tiempo. La determinación puede durar solamente 2 ó 3 minutos con los equipos DEXA con geometría en abanico y 5 a 10 minutos con los equipos DEXA con la geometría puntiforme.⁽⁷⁾

Estas ventajas han hecho que la determinación de la com-

* J.E. Uriburu 1267, (1114) Buenos Aires, Argentina
Tel.: 54-11-4-827-2042/4281

posición corporal por DEXA sea actualmente el standard de oro⁽⁸⁻¹⁰⁾ para estos estudios que se están utilizando en forma creciente en desórdenes clínicos como en los trastornos de la nutrición, anorexia, obesidad, el uso de hormona de crecimiento, estrógenos, enfermedades renales, la administración de anabólicos esteroides, hipertiroidismo, diabetes.

La actividad física, especialmente la actividad deportiva de alta competencia, tiende a modificar la composición corporal disminuyendo el compartimento de tejido graso, aumentando el compartimento de masa muscular y, así mismo, aumentando el tamaño y la mineralización del esqueleto.⁽¹¹⁾

Hasta ahora los estudios dedicados a determinar la composición corporal en deportistas utilizando el método DEXA han estado dirigidos principalmente al estudio de mujeres que practican gimnasia, patinadores, volley, natación. La mayoría de los estudios se han efectuado en mujeres y muy pocos en hombres.⁽¹¹⁾ El presente estudio está destinado a proporcionar los valores de la composición corporal en hombres deportistas de alta competencia que practican disciplinas muy populares en nuestro medio: fútbol, rugby y basquet. Estos deportes en conjunto comprenden una enorme mayoría de jóvenes que en nuestro país practican deportes.

Métodos

La composición corporal así como el contenido mineral óseo y la densidad mineral fueron determinados con un equipo DEXA (LUNAR DPXL versión del programa 1.33).

El programa del equipo provee los valores para la masa magra, la masa grasa y la masa ósea. Se calculó la masa

muscular con la siguiente fórmula: masa muscular = masa magra - masa residual (figura 1). Basados en un estudio reciente la masa residual fue estimada en el 30% del peso corporal.⁽¹²⁾ En este estudio reciente de composición corporal en hombres adultos jóvenes se observaron los siguientes resultados: grasa 18%, hueso 5%, masa magra 77% del peso corporal. Dentro de la masa magra, la masa muscular fue el 47% y por lo tanto el otro 30% del peso corporal fue la masa residual. Estos valores fueron obtenidos empleando simultáneamente la evaluación por activación neutrónica y DEXA.⁽¹²⁾ Los coeficientes de variación para la masa magra fueron 0,8%, para la masa grasa 4%, y para el contenido mineral de todo el esqueleto fue 1%.

Deportistas Estudiados

Futbolistas

Todos los futbolistas profesionales de uno de los equipos de primera división (Ferrocarril Oeste. n = 24) fueron estudiados en la pretemporada antes de retomar el entrenamiento intensivo. Los jugadores estaban libres de enfermedades y no estaban tomando ningún tipo de medicación. El uso de agentes anabólicos fue negado en todos los casos. El entrenamiento de los futbolistas se efectúa durante, aproximadamente 48 semanas por año, 6 días por semana, con aproximadamente 20 a 22 horas de entrenamiento semanal.

La edad de comienzo de la carrera deportiva fue 14.3 ± 1.1 años. Sin embargo, dada la popularidad del fútbol, muchos de los jugadores habían comenzado el entrenamiento informal antes de esta edad. El intervalo promedio de la carrera competitiva antes del estudio fue de 8.2 ± 2.7 años, divididos entre amateur: 3.7 ± 1.4 , y profesional: 4.5 ± 3.0 . El entrenamiento durante el período amateur es, aproximadamente, el 40% menor que en el período profesional con un promedio de 12 a 14 horas de práctica por semana.

El estudio se repitió en 12 jugadores 3 meses más tarde cuando estaban en etapa de entrenamiento intensivo.

Basquet

Se estudiaron 12 jóvenes de sexo masculino con una edad promedio de 16.4 años.

Rugby

Se estudiaron 41 jugadores de rugby pertenecientes a las divisiones superiores del club Belgrano. Tenían una edad promedio de 23 años. Desde el punto de vista del análisis de la composición cor-

COMPOSICION CORPORAL

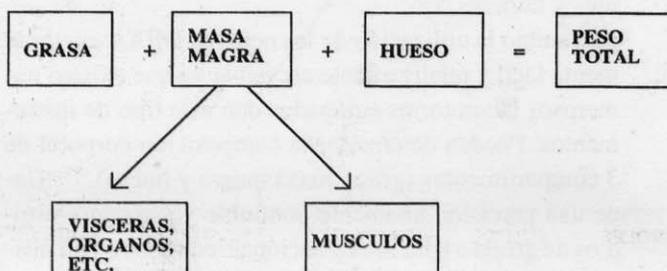


Figura 1. Compartimentos de la composición corporal determinados por el método DEXA. Por derivación se obtienen los componentes de la masa magra: Residual (visceras, órganos, etc.) y músculos.

TABLA 1

Edad, Peso, Talla, Índice de Masa Corporal, Masa Grasa (kg y %), Masa Muscular (kg y %) y Densidad mineral ósea de Deportistas y Controles

	N	Edad	Peso Kg	Talla M	IMC Kg/m ²	Masa Grasa		Masa Muscular		BMD g/cm ²
						Kg	%	Kg	%	
CONTROLES	28	23.4 2.6	75.4 8.0	1.77 0.05	24.1	14.5	18.8	34.9	46.6	1.273
						5.4	5.4	2.9	5.3	0.09
FUTBOL	24	22.6 2.5	76.6 5.2	1.77 0.05	24.5	9.4	12.1	40.4	52.8	1.412
						2.8	3.2	2.7	3.1	0.05
BASQUET	12	16.4 1.0	79.4 8.6	1.85 0.08	23.2	12.3	15.0	39.7	50.5	1.278
						6.7	6.5	3.6	6.2	0.04
RUGBY (3/4)	24	22.7 3.9	74.9 7.1	1.72 0.06	25.3	12.2	16.1	36.7	49.2	1.373
						4.3	4.9	3.7	4.8	0.08
RUGBY (F)	17	23.1 3.6	88.6 8.5	1.75 0.05	28.9	19.0	21.0	39.2	44.6	1.392
						7.4	6.8	3.7	6.4	0.09

poral los jugadores fueron divididos en dos grupos: el de los 3/4, que incluía un número de 24 y con una edad promedio de 23 años, y el grupo de forwards con 17 jugadores y con una edad promedio, también, de 23 años. La edad promedio del comienzo de la actividad física intensa fue de 13.0 años. El entrenamiento promedio era de 5.7 horas/semana.

Sujetos controles

Los jóvenes controles eran estudiantes universitarios que participaban en un estudio con el objeto de determinar el pico de masa ósea. De una población total de 59 hombres entre 20 y 30 años de edad, 28 de ellos fueron elegidos para ser apareados por edad e índice de masa corporal con los deportistas. Los controles estaban libres de enfermedades y no estaban tomando medicaciones. Practicaban deportes en forma recreativa, como nadar o jugar al fútbol pero, en todos los casos, menos de 3 horas por semana y no habían participado en deportes de alta competencia.

Resultados

La tabla 1 muestra la edad, peso, talla, índice de masa corporal, grasa, masa muscular y densidad mineral ósea de los controles y deportistas estudiados.

En lo que respecta a la edad, todos los grupos tenían edades muy similares, alrededor de los 23 años, excepto los jugadores de basquet que presentaban una edad promedio de 16 años y que se diferencian netamente de los otros grupos. Con respecto al peso corporal y el índice de masa corporal, tanto en los controles, como en los futbolistas, los jugadores de basquet y los 3/4 de rugby, eran similares. Los jugadores forward de rugby tienen

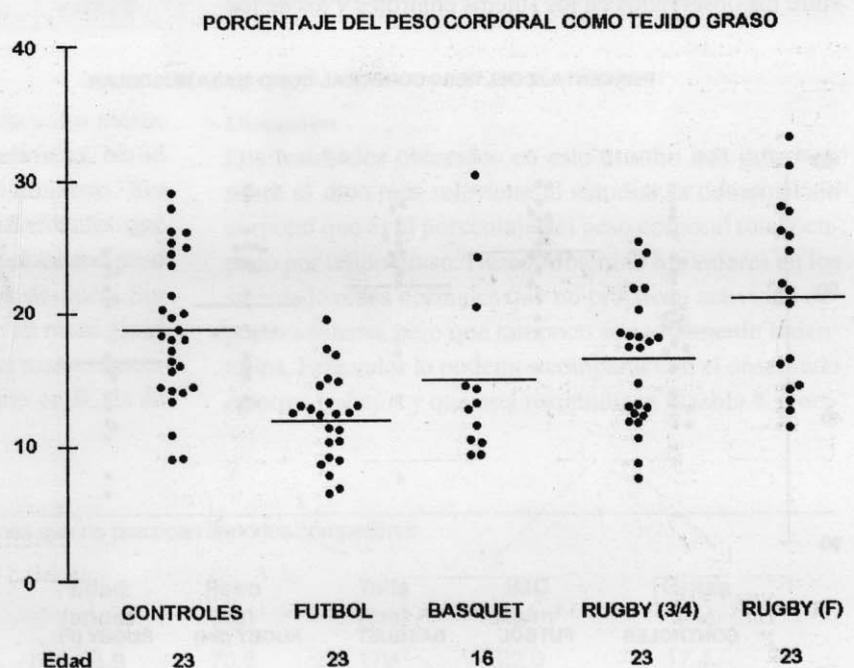


Figura 2. Porcentaje de grasa dentro del peso corporal en sujetos controles y deportistas. La línea horizontal indica el promedio y los puntos cada uno de los sujetos estudiados. (F: forwards)

un peso y un índice de masa corporal superior a los de los demás grupos.

En la tabla 1 están expresados los promedios de la cantidad de tejido graso en kilogramos, así como el porcentaje del peso corporal que se debe al tejido graso.

La figura 2 muestra los valores individuales de toda la población estudiada. El porcentaje de grasa del peso corporal se sitúa alrededor del 18% en los sujetos controles con un rango que fue de 9 al 28%. Indudablemente el grupo de deportistas con el menor porcentaje de peso corporal como grasa, lo que es sinónimo de un mejor estado atlético, fueron los futbolistas de primera división, cuyo valor promedio fue de 12.1% con un rango que fluctuó entre 6 a 19%. Los jugadores de basquet y los 3/4 en rugby tuvieron porcentajes de grasa de alrededor del 15 al 16% que fue, como promedio, inferior al de los sujetos controles. El único grupo de deportistas con un porcentaje de grasas muy elevado fueron los forward de rugby cuyo valor promedio fue de 21%.

En lo que respecta a la masa muscular los valores se encuentran también en la tabla 1 y en la figura 3. Esta última refleja todos los valores individuales observados. Mientras que el porcentaje de peso corporal ocupado por la masa muscular fue de 46.6% en los controles, en los futbolistas ascendió el 52.8% y la diferencia fue altamente significativa. Los jugadores de basquet y los 3/4 de rugby tuvieron valores de masa muscular que se encuentran entre los observados en los sujetos controles y los de los

TABLA 2

Composición corporal y función

	Peso (Kg)	Talla (cm)	Grasa (%)	Músculo (%)
Arqueros (2)	83.5	183	11.6	59.2
Defensores (8)	75.9	176	10.4	60.5
Volantes (8)	78.1	177	14.9	56.1
Delanteros (6)	73.2	175	10.9	59.8

jugadores de fútbol. En cambio el porcentaje de masa muscular en los forward de rugby fue inferior al de los sujetos controles.

La densidad mineral del esqueleto fue significativamente más alta en los jugadores de fútbol y en los jugadores de rugby, tanto los 3/4 como los forward, comparado con la densidad mineral del esqueleto de los sujetos controles. La diferencia fue estadísticamente significativa.

En cambio los jugadores de basquet tuvieron una densidad mineral igual a la de los controles. Cabe sin embargo señalar que como tenían 16 años y la densidad mineral aumenta hasta posiblemente la mitad de la tercera década de la vida, es posible que estos deportistas, en caso de continuar haciendo actividad deportiva intensa, hubieran llegado a tener una densidad mineral superior a la de los sujetos controles.

Grasa corporal y función en los futbolistas

La tabla 2 muestra el porcentaje de grasa corporal en los 24 jugadores de primera división que fueron estudiados. A pesar que el número de deportistas por función es limitado (6 a 8, salvo los arqueros) marcan una tendencia interesante. El porcentaje de grasa en el peso corporal fue significativamente más bajo en los delanteros (10.9%) y defensores (10.4%) que en los volantes (14.9%). Es factible que las funciones delantero/defensor en el área crítica de juego frente al gol exija un mayor grado de aptitud física y por ende, menos cantidad de grasa, que la de los volantes.

Efecto del entrenamiento intenso sobre la composición corporal

La tabla 3 muestra el efecto del entrenamiento más intenso en 12 jugadores de

PORCENTAJE DEL PESO CORPORAL COMO MASA MUSCULAR

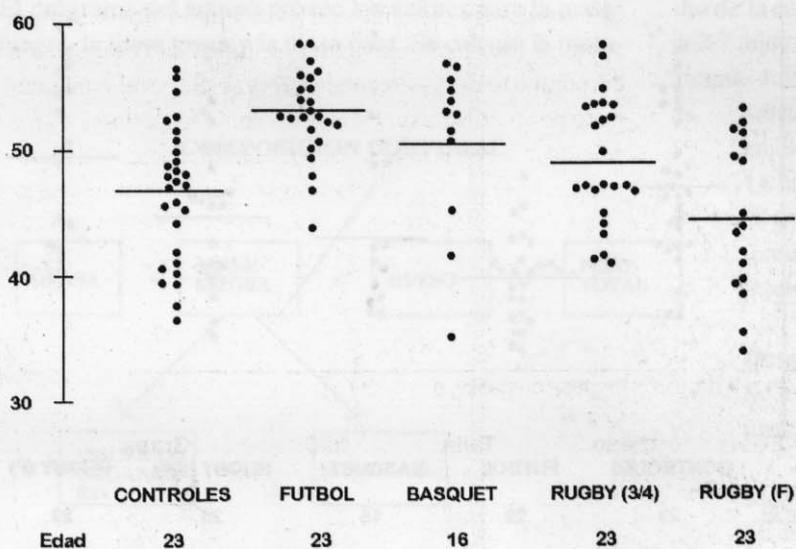


Figura 3. Porcentaje de masa muscular dentro del peso corporal en sujetos controles y deportistas. La línea horizontal indica el promedio y los puntos cada uno de los sujetos estudiados. (F: forwards)

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO SOBRE LA LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN DISTINTOS JUGADORES

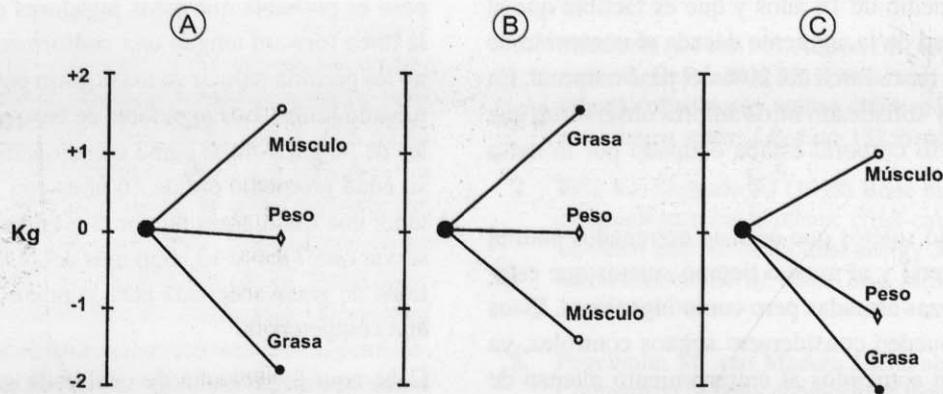


Figura 4- Variación del peso total, grasa y músculo en 3 futbolistas después de 12 semanas de entrenamiento intenso. (Ver texto)

TABLA 3

Composición corporal (en kg)
Efecto del entrenamiento (n=12)

	Antes pretemporada	Después de 2 meses	Diferencia
Grasa	10.9	11.2	+ 0.267
Magra	63.9	64.2	+ 0.353
Hueso	1.4	1.4	0
Peso Total	78.9	79.5	+ 0.628

fútbol estudiados antes de la pretemporada y dos meses después de práctica intensiva y partidos oficiales. No se observan variaciones significativas en el conjunto. Sin embargo, la figura 4 muestra 3 casos individuales que son de interés. Los jugadores A y B tenían el mismo peso corporal en el estudio basal y dos meses después. Sin embargo el futbolista A había disminuído su masa grasa en ~1.5kg y había, por ende, aumentado su masa muscular. Exactamente lo opuesto había sucedido en B. Es de

interés destacar que mientras A había sido promovido de suplente a titular de 1ra división, B había sufrido un camino inverso. Esto puede implicar una desmotivación para el entrenamiento con su consecuente reflejo en la masa grasa.

Por su parte, C había bajado 1kg su peso corporal, pero había descendido aún más su masa grasa ~2.0kg con el consiguiente aumento en su musculatura.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio nos informan sobre el dato más relevante al estudiar la composición corporal que es el porcentaje del peso corporal total ocupado por tejido grasa. Hemos obtenido los valores en los sujetos jóvenes normales que no practican actividad deportiva intensa pero que tampoco son totalmente sedentarios. Este valor lo podemos comparar con el observado en otros trabajos y que está resumido en la tabla 4. Nors-

TABLA 4

Grasa: % del peso corporal en hombres jóvenes que no practican deportes competitivos

Autor	Ref	n	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC Kg/m ²	Grasa (%)
Norstrong	13	24	15.9	70.5	179	22.0	17.4
Nindl	14	59	24.6	80.5	176	25.6	20.0 ± 6.1
Oliveri	15	17	30	72.7	172	24.6	21.3 ± 5.0
Wittich	11	22	23.4	74.4	176	23.8	19.8 ± 5.1

IMC: índice de masa corporal: peso (kg)/talla² (metros)

tong⁽¹³⁾ observó en los sujetos controles estudiados por DEXA tenían un porcentaje de tejido graso promedio del 17.4. Cabe señalar, sin embargo que estos jóvenes tenían una edad promedio de 16 años y que es factible que al llegar a la mitad de la siguiente década el contenido de grasa ascienda hasta cerca del 20% del peso corporal. En un estudio muy sofisticado otros autores observaron que el 18% del peso corporal estaba ocupado por la masa grasa.⁽⁷⁾

Nindl⁽¹⁴⁾ estudió sujetos que estaban entrenados para el combate (rangers) y al mismo tiempo sujetos que estaban en las fuerzas armadas pero como ingenieros. Estos últimos, que pueden considerarse sujetos controles, ya que no estaban sometidos al entrenamiento intenso de los rangers, tenían también un porcentaje del peso total como tejido graso del $20.0 \pm 6.1\%$. La edad promedio de estos individuos era de 25 años. Oliveri et al⁽¹⁵⁾, estudiando personal del ejército con edad promedio de 30 años que iban a pasar un año en la Antártida, observó un porcentaje de grasa de 21.2%. Podemos considerar que los sujetos controles en el estudio presente que tenían un porcentaje de grasa del 18.7% se encontraban en valores perfectamente concordantes con los de la literatura que fluctúan entre un 17% y 21%.

El conocimiento de cuál es el valor promedio de la grasa dentro del organismo así como su desvío standar que es de alrededor del 5 al 6% nos permite considerar que los sujetos que están efectuando una práctica deportiva intensa deberían, idealmente, tener un porcentaje de grasa dentro del peso corporal, inferior a 13.5%. Este valor estimativo surge de restar al promedio de los controles no deportistas un desvío standar ($18.8 - 5.3 = 13.5$) y se refiere a aquellos deportes (o funciones dentro de un deporte) que requieran reacciones rápidas y ágiles como es el caso de futbolistas y 3/4 en rugby.

Si tenemos en cuenta este valor observamos que 18 de 24 jugadores de fútbol de primera división (75%) tienen posiblemente un excelente estado físico juzgado a través de su masa grasa. En cambio en lo que respecta a los jugadores de rugby 3/4 solamente la mitad están por debajo de esa cifra indicando que, por lo menos el 50% no tienen un buen estado atlético. Esta diferencia con respecto a los futbolistas tiene una explicación coherente en el hecho que mientras los jugadores de fútbol pertenecían a la primera división de un equipo profesional, los jugadores de rugby eran amateurs y, mientras que los primeros tenían alrededor de 20 a 22 horas semanales de entrenamiento, los jugadores de rugby, como promedio

tenían solamente 5 o 6 horas de entrenamiento. En lo que respecta a los forwards solamente 2 tienen una cantidad de grasa que permite indicar un correcto estado atlético, pero es probable que estos jugadores especializados en la línea forward tengan una conformación corporal que no les permita reducir su masa grasa por debajo de determinado límite. Los jugadores de basquet son más difíciles de juzgar porque como mencionamos anteriormente su edad promedio era de 16 años con lo cual tienden a tener una masa grasa menor. Sin embargo podemos observar que 7 sobre 12, algo más del 50% tenían una cantidad de grasa adecuada para la práctica de deportes de alta competencia.

Cabe aquí la pregunta de cuál es la grasa mínima que puede tener un sujeto normal joven. El punto fue exhaustivamente examinado en el trabajo de Friedl⁽¹⁶⁾ donde estudiaron candidatos a integrar un cuerpo militar de elite (rangers) durante un período de 8 semanas con un entrenamiento intenso y con una ingesta alimenticia muy baja similar a lo que podían encontrar en situación de combate. En este trabajo, sumamente interesante, los candidatos a ranger comenzaban el entrenamiento con un porcentaje de grasa corporal del 14.3%. Seis semanas después habían disminuido a 6.9% y dos semanas más tarde, o sea a las 8 semanas de comenzar el entrenamiento, habían tenido una pequeña disminución adicional al 5.8%. Estas observaciones llevaron a los autores a calcular que la masa grasa no puede nunca disminuir de un 4 a 6% del peso corporal o alrededor de 2 1/2 kilos de grasa. Por debajo de ese límite, en cualquier circunstancia, lo que empieza a consumirse es la masa magra ya que el remanente de tejido graso se encuentran en tejidos que no pueden afectarse ni por condiciones de entrenamiento, ni por condiciones de ayuno. En el conjunto de los deportistas estudiados podemos observar la cantidad mínima de grasa: dos de los futbolistas tenían el 6.5% y el 6.8% respectivamente de grasa en el peso corporal. El menor porcentaje en un basquetbolista fue de 8.9%, en un jugador de rugby 3/4 de 7.5% y en un jugador de rugby forward de 11.3%, mientras que en los sujetos controles fue de 9.1%. Estas observaciones son sumamente importantes para los entrenadores a cargo de los deportistas ya que la cantidad de grasa, como dijimos, idealmente debe ser inferior a 13.5% pero en ningún caso puede bajar del 6% del peso corporal.

Las observaciones sobre función de los futbolistas y el porcentaje de grasa son preliminares dado el número de las observaciones, pero sugieren la existencia de un me-

por estado físico en el área crítica de juego (frente al gol) en oposición a los que se desempeñan en la mitad de la cancha.

Son también limitadas las observaciones sobre el impacto del entrenamiento intensivo en la composición corporal. En conjunto no se observaron modificaciones, pero esto puede ser coherente con el hecho que el período de descanso para los futbolistas no llegó a 4 semanas. Es factible, además, que la mayoría de ellos permanecen activos aún durante sus vacaciones. Por lo tanto no se pueden esperar mayores variaciones en un grupo altamente entrenado y motivado. En cambio las variaciones individuales reflejadas en la figura 4 sugieren la posibilidad de monitorear, en casos especiales, la preparación física mediante la medición del porcentaje de grasa.

En síntesis la determinación de la composición corporal por DEXA es un método rápido, preciso y no invasivo. Al contar actualmente con los valores correspondientes para los hombres, tanto los que no practican intensivamente deportes, como para los que practican deportes de alta competencia, los preparadores físicos y "personal trainers" tienen una herramienta útil para evaluar a los sujetos bajo su dirección.

Referencias

- Mazess RB (1998) Does bioelectrical impedance analysis predict composition independently of anthropometry? *J Appl Physiol* 84:396.
- Baumgartner RN, Ross R, Heymsfield SB (1998) Does adipose tissue influence bioelectric impedance in obese men and women? *J Appl Physiol* 84:257-262.
- Pietrobelli A, Wang Z, Formica C, Heymsfield SB (1998) Dual-energy x-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *Am J Physiol* 274:E808-E816.
- Wang ZM, Deurenberg P, Guo SS, Pietrobelli A, Wang J, Pierson RN Jr, Heymsfield SB (1998) Six-compartment body composition model: inter-method comparisons of total body fat measurement. *Intl J Obes* 22:329-337.
- Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G (1996) Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy x-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr* 63:299-305.
- Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiu-mello G, Heymsfield SB (1998) Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr* 132:204-210.
- Ellis KJ, Shypailo RJ (1998) Bone mineral and body composition measurements: cross-calibration of pencil-beam and fan-beam dual-energy X-ray absorptiometers. *Journal of Bone and Mineral Research* 13:1613-1618.
- Fogelholm M, van Marken Lichtenbelt WD (1997) Comparison of body composition methods: a literature analysis. *Eur J Clin Nutr* 51:495-503.
- Kohrt WM (1998) Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol* 84:372-377.
- Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, Ross R (1997) Human body composition: advances in models and methods. *Ann Rev Nutr* 17:527-558.
- Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Somoza F, Rotemberg E (1998) Professional football (Soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif tissue Int.* 63:112-117.
- Wang ZM, Visser M, Ma R, Baumgartner RN, Kotler D, Gallagher D, Heymsfield SB (1996) Skeletal muscle mass: evaluation of neutron activation and dual-energy X-ray absorptiometry methods. *J Appl Physiol* 80:824-831.
- Nordström P, Thorsen K, Bergström E, Lorentzon R (1996) High bone mass and altered relationships between bone mass, muscle strength and body constitution in adolescents boys on a high level of physical activity. *Bone* 19:189-195.
- Nindl BC, Friedl KE, Marchitelli LJ, Shippee RL, Thomas CD, Patton JF (1996) Regional fat placement in physically fit males and changes with weight loss. *Med. Sci.Sports Exerc.* 28:786-793.
- Oliveri B, Zeni S, Lorenzetti MP, Aguilar G, Mautalen C (1998) Effect of one year residence in Antártica on bone mineral metabolism and body composition. *Eur. J. Clin Nutr* 52:1-4.
- Friedl KE, Moore RJ, Martínez-López LE, Vogel JA, Askew EW, Marchitelli LJ, Hoyt RW, Gordon CC (1994) Lower limit of body fat in healthy active men. *J. Appl. Physiol* 77(2): 922-940.