

Variaciones antropométricas y de fuerza entre personas de 50 a 70 años practicantes de atletismo y gimnasia de mantenimiento

J.M. González^a, M. Delgado^b, O.R. Contreras^c y M. Vaquero^d

^aProfesor Asociado. Departamento de Actividad Física y Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. España.

^bProfesor Titular. Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada. Granada. España. ^cCatedrático.

Departamento de Actividad Física y Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. España. ^dCatedrático. Escuela Universitaria. Departamento de Enfermería. Universidad de Córdoba. España.

RESUMEN

Este estudio compara la producción de fuerza determinada por el test de Bosco, la masa muscular, el área de sección transversal (AST) determinada por antropometría, el porcentaje graso determinado por impedancia bioeléctrica, y la creatinina determinada por análisis de sangre. Estas variaciones estaban en función de la actividad física realizada por 32 sujetos (17 varones y 15 mujeres) divididos en dos grupos, deportistas (GD) y no deportistas con gimnasia de mantenimiento (GND). Los resultados muestran que las manifestaciones de fuerza medidas con el test de Bosco son mayores en los deportistas respecto a practicantes de gimnasia de mantenimiento ($p < 0,05$), a pesar de que la actividad fisicodeportiva que realizan (entrenamiento de resistencia) es inespecífica para el desarrollo de la fuerza. Además se verifica la correlación inversamente proporcional entre la edad y las manifestaciones de fuerza. Por último, los sujetos de ambos grupos presentan valores similares de peso, AST de brazo y muslo, así como de masa muscular valorada por la ecuación de Doupe, aunque el grupo de sujetos deportistas posee menor porcentaje graso y mayor masa muscular valorada por la ecuación de Martín ($p < 0,05$).

Palabras clave

Envejecimiento. Calidad de vida. Sarcopenia. Fuerza. Antropometría. Creatinina.

Differences in anthropometric measurements and force production in sporting and non-sporting individuals aged 50-70 years

ABSTRACT

The aim of this study was to compare force production determined by the Bosco test, muscle mass, cross-sectional area (CSA) determined by anthropometry, percent of body fat determined by bioelectric impedance analysis (BIA), and creatine kinase determined by blood analysis; and to evaluate how these changes varied according to the physical activity performed by 32 elderly subjects, 17 men and 15 women, divided into two groups: athletes and individuals engaging in a maintenance exercise program. Force production measured by the Bosco test was greater in athletes than in the maintenance group ($p < 0.05$), even though the physical-sporting activity practiced (endurance training) is non-specific for the development of explosive strength. Moreover, there was an a proportional inverse correlation between age and strength. Lastly, both groups showed similar weight values, arm and thigh cross-sectional area (CSA), and muscle mass measured by Doupe's equation, even though the athletic group possessed a lower percentage of body fat and greater muscle mass as measured by Martín's equation ($p < 0.05$).

Key words

Aging. Quality of life. Sarcopenia. Strength. Anthropometry. Creatinekinase.

Correspondencia: Dr. José M. González Ravé. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Antigua Fábrica de Armas. Avda. Carlos III s/n. 45071 Toledo. España.
Correo electrónico: JoseMaria.Gonzalez@uclm.es

Proyecto parcialmente subvencionado por el Patronato Municipal de Deportes del Ayuntamiento de Córdoba. España.

Recibido el 10-4-02; aceptado el 12-2-03.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de fuerza y de masa muscular disminuye al aumentar la edad. Este fenómeno, conocido como sarcopenia, asociado con el proceso normal de envejecimiento y con los efectos de un estilo de vida sedentario en los adultos, produce una reducción significativa en la capacidad de reserva del sistema neuromuscular¹, provocando en personas mayores (60 o más años) una disminución de su calidad de vida y de su autonomía funcional². Este fenómeno ha sido estudiado y descrito por

diferentes autores³⁻⁶. Por ejemplo, se precisa una potencia del extensor unilateral del miembro inferior de al menos $3 W \times kg^{-1}$ de peso corporal para subir escaleras sin ayuda, por lo que personas con una potencia unilateral de menos de $2 W \times kg^{-1}$ no pueden subir escaleras salvo que lo hagan muy lentamente y con ayuda⁷.

Las manifestaciones de fuerza explosiva en mayores mejoran sus actividades diarias⁷⁻¹¹, ya que hace falta un desarrollo de fuerza explosiva para ciertas actividades en las que por debajo de cierto umbral no es posible la independencia funcional. Por ejemplo, la velocidad en la marcha es un buen indicador de movilidad y se relaciona directamente con la independencia funcional que conlleva el paso del tiempo¹². El objetivo de este estudio se centra en ver si existen diferencias en las manifestaciones de fuerza, masa muscular, área de sección transversal (AST), porcentaje graso y valores de creatinina en función de la actividad física realizada entre las personas mayores deportistas y las no deportistas, mostrando asimismo las relaciones entre fuerza y masa muscular existentes entre estos grupos de edad.

MÉTODOS

Este estudio se centra en 32 sujetos (17 varones y 15 mujeres) saludables y físicamente activos que se presentaron voluntarios y firmaron un formulario de consentimiento. A todos los participantes en el estudio se les realizó previamente un reconocimiento con el fin de detectar cualquier afección que contraindicara el esfuerzo al que se les iba a someter.

Para el estudio se utilizaron dos grupos: uno de deportistas (GD), compuesto por atletas federados de la especialidad de fondo y gran fondo, todos ellos amateur, con una experiencia deportiva de 2 a 17 años, y el grupo de no deportistas (GND) denominado gimnasia, con voluntarios captados de los cursos de gimnasia de mantenimiento del programa de mayores del Ayuntamiento de Córdoba, con un nivel de práctica más intermitente. Existen diferencias significativas entre ambos grupos, ya que, al ser de adscripción voluntaria, en concreto en el GND había tres ancianos de 70 años; ello implicaba un aumento de edad en este grupo con respecto al GD, pero dado el número de sujetos, que no era muy elevado, se decidió mantenerlos. En cualquier caso, todos los sujetos estaban dentro del rango de edad en estudio, y si se eliminaban los citados sujetos de mayor edad, seguirían existiendo las mismas diferencias significativas en las variables dependientes medidas. Las características de los sujetos se muestran en la tabla 1.

La intensidad del ejercicio, en el presente estudio, es secundaria respecto al volumen de trabajo (duración de sesión por número de sesiones semanales). Ello es así porque el GD entrenaba regularmente (3-5 sesiones semanales), además de competir habitualmente; por el

TABLA 1. Características de los sujetos

	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Grupo no deportista (N = 15)</i>				
Edad	63,55	6,89	50	70
Peso (kg)	85,25	19,04	64	128,6
Talla (cm)	162,66	7,43	151	170
<i>Grupo deportista (N = 17)</i>				
Edad	55,30	5,18	50	65
Peso (kg)	77,91	8,60	62	93,2
Talla (cm)	171	5,76	151	178

contrario, el GND no realizaba una práctica continuada y siempre era inferior a tres sesiones semanales. De una forma más concreta, la intensidad fue controlada en la anamnesis inicial siguiendo las categorías establecidas en 1988 por el American College of Sport Medicine, de tal forma que el grupo deportista se clasifica en las intensidades moderada dura y muy dura (todas dentro del umbral de actividad fisicodeportiva orientada a la salud: de 4 a 8,5 MET para personas de 40 a 64 años), mientras que el GND realizaba actividades en intensidades muy ligera, ligera y moderada (las dos primeras en ocasiones insuficientes en cuanto a intensidad de actividad física orientada a la salud: de 2 a 5,9 MET para personas de 40 a 64 años).

El trabajo se enmarca dentro de un estudio comparativo en dos grupos diferentes y las pruebas fueron realizadas en días distintos para establecer así la línea base. Las medidas realizadas a los sujetos fueron: el AST muscular, el porcentaje graso, la masa muscular total y el rendimiento en las pruebas de salto del test de Bosco: altura máxima del salto sin contramovimiento (SJ), altura máxima del salto en contramovimiento (CMJ), altura máxima en *drop jump* (DJ) y CMJ continuo durante 15 s según el protocolo descrito por Bosco¹³. El SJ ya fue usado para medir la fuerza explosiva en estudios anteriores con personas mayores, junto con el SLJ o *standing long jump*¹⁴. Para medir estos tests se utilizó una plataforma de contacto. Antes de realizar la prueba, hubo un período de familiarización que consistió en una sesión dedicada a adquirir cierta automatización del gesto. Para la medición de los ángulos articulares se utilizó un goniómetro electrónico. Además se realizó la prueba bioquímica en sangre de creatinina (CK). La extracción de sangre, realizada en el Servicio de Microbiología del Hospital Universitario Reina Sofía, se efectuó a primera hora de la mañana, en ayunas y por personal médico especializado, que se encargó de utilizar la técnica de enfermería más adecuada. La analítica se realizó en el laboratorio de dicho hospital.

Para el cálculo de la masa muscular (MM) se utilizaron dos métodos diferentes de determinación, mediante la ecuación de Martin et al¹⁵:

$$MM \text{ (kg)} = \text{talla (cm)} \times (0,0553 \times Mcc^2 + 0,0987 \times Pab^2 + 0,0331 \times Ppc^2) - 2445$$

donde Mcc: perímetro del muslo corregido π veces por el pliegue del muslo anterior; Pab: perímetro del antebrazo; Ppc: perímetro de la pierna corregido π veces por el pliegue de la pierna medial; o mediante la ecuación de Doupet et al¹⁶:

$$MM \text{ (kg)} = \text{talla (cm)} \times (0,031 \times Mcc)^2 + (0,0987 \times Pb) + (0,064 \times Ppc)^2 - 3,006$$

donde Pb: perímetro del brazo corregido π veces por el promedio de los pliegues bicipital y tricipital.

El instrumental utilizado para la recogida de datos en las pruebas de salto fue la plataforma de presión, instrumento diseñado en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (FCCAFD) que mide el salto vertical gracias a una alfombrilla de contacto que detecta los cambios de presión cuando el sujeto está encima y cuando abandona la alfombrilla al iniciarse el vuelo; el goniómetro electrónico, para medir amplitudes articulares; el plicómetro (Holtain Ltd, Crymich, UK), para la medición de los pliegues cutáneos; la cinta antropométrica, para medir perímetros y determinar el punto medio entre dos puntos anatómicos; el paquímetro, utilizado para medir pequeños diámetros; el impedanciómetro (modelo Tanita BF-300P, con licencia del laboratorio de valoración biológica del esfuerzo de la FCCAFD de la Universidad de Granada), para determinar automáticamente el porcentaje graso a través de la resistividad del cuerpo a una corriente alterna.

Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS 9.0 para Windows. Las técnicas de análisis para las diferentes variables manejadas en nuestro estudio fueron: estadística descriptiva (tamaño de muestra, media, mínimo, máximo y desviación típica); prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de la muestra (los resultados indicaron distribución normal de la muestra, y por ello se utilizó estadística paramétrica); prueba de la t de Student para muestras independientes para comparar las mediciones de dos muestras diferentes, y el procedimiento de correlaciones bivariadas para medir el grado de relación entre las variables o los órdenes de los rangos.

RESULTADOS

Los resultados del test de Bosco muestran que la media \pm desviación estándar (DE) de los valores en la altura de salto siempre es mayor en el grupo deportista que en el grupo no deportista. EL SJ muestra un valor de $18,76 \pm 3,20$ cm en el GD, mientras que en el GND se registra un valor de $12,69 \pm 7,01$ cm. En el resto de los valores

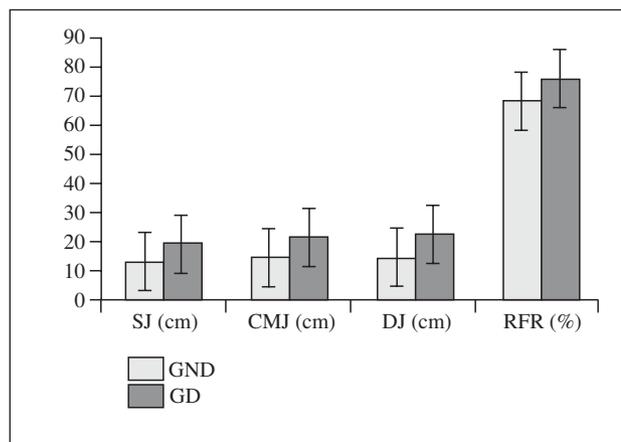


Figura 1. Resultados del test de Bosco. (GND: grupo no deportistas; GD: grupo deportistas; SJ: altura máxima del salto sin contramovimiento; CMJ: altura máxima del salto en contramovimiento; DJ: altura máxima en drop jump; RFR: resistencia fuerza rápida.)

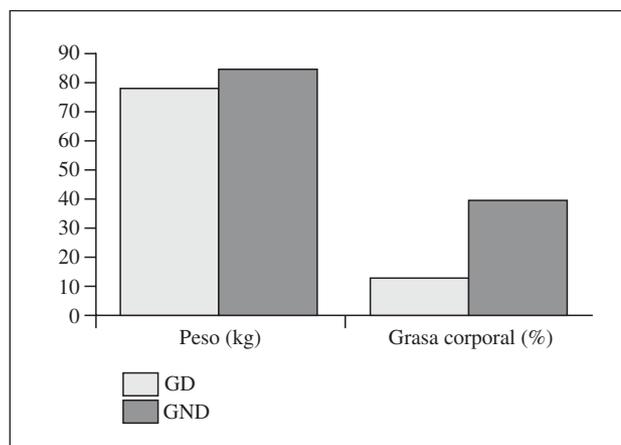


Figura 2. Resultados del peso corporal y del porcentaje graso utilizando impedancia bioeléctrica. (GD: grupo deportistas; GND: grupo no deportistas; BIA: impedancia bioeléctrica.)

siempre estuvieron por encima los sujetos correspondientes al GD. En el CMJ, $21,28 \pm 3,63$ cm frente a $13,90 \pm 7,95$ cm; en el DJ, $22,04 \pm 3,43$ cm frente a $13,65 \pm 8,33$ cm. Estos valores se representan en la figura 1. La tabla 2 muestra la comparación de los diferentes resultados entre GD y GND. Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en el SJ y en el test de resistencia de fuerza rápida, y diferencias muy significativas ($p < 0,01$) en los test CMJ y DJ, siempre a favor del grupo deportista, como se puede observar en la tabla 2.

En cuanto a los resultados antropométricos, el grupo no deportista muestra valores de peso corporal superiores al del grupo no deportista ($85 \pm 19,0$ kg frente a $77,9 \pm 8,6$ kg), como se muestra en la figura 2, aunque los resultados en la comparación entre ambos grupos indican que no existen diferencias significativas en el peso corporal (tabla 2).

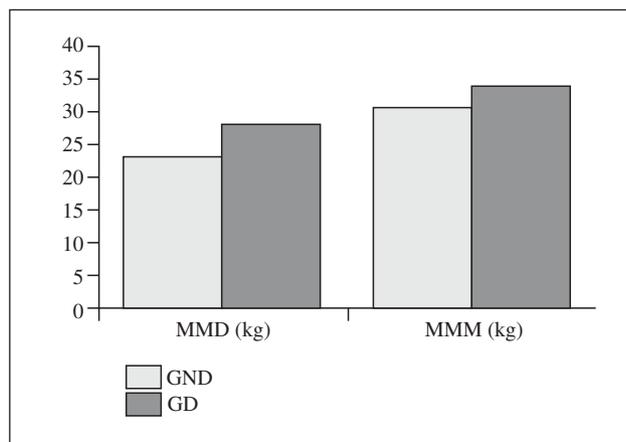


Figura 3. Resultados de la masa muscular medidos con las ecuaciones de Doupe (MMD) y de Martin (MMM). (GND: grupo no deportistas; GD: grupo deportistas.)

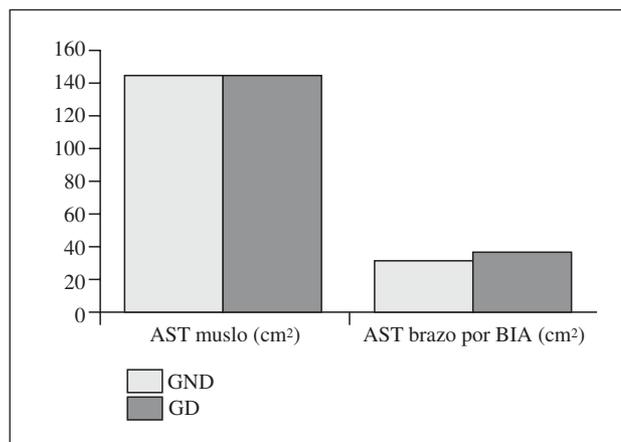


Figura 4. Resultados del área de sección transversal (AST) del muslo y el brazo en los grupos de no deportistas (GND) y deportistas (GD).

Las comparaciones entre el grupo no deportista y el deportista en porcentaje de grasa corporal muestran diferencias altamente significativas ($p < 0,001$), con niveles mayores en el grupo no deportista medidos por impedanciometría (GD, $12,5 \pm 3,99\%$; GND, $44,1 \pm 15,3\%$; fig. 2).

Los resultados de masa muscular muestran valores superiores en el grupo deportista ($33,42 \pm 4,73$ kg) respecto al grupo no deportista ($30,37 \pm 7,83$ kg) medidos con la ecuación de Martin¹⁵. Igualmente con la ecuación de Doupe¹⁶ se muestran valores superiores en el grupo deportista ($27,79 \pm 4,85$ kg) respecto al no deportista ($22,51 \pm 6,86$ kg; fig. 3). Por tanto, a nivel de masa muscular se observan las diferencias existentes entre las medidas del GND y las del GD. Los resultados reflejan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores medidos con la ecuación de Doupe a favor del grupo deportista, mientras que con la ecuación de Martin no existen diferencias significativas. La correlación entre los valores de

la ecuación de Martin¹⁵ y la de Doupe¹⁶ es muy significativa ($p < 0,01$) en el GND y significativa en el GD ($p < 0,05$), como se refleja en la tabla 3. En cuanto al AST en el muslo, los valores son similares en ambos grupos (GND, $145 \pm 17,9$ cm²; GD, $145 \pm 13,1$ cm²). En el AST del brazo los valores son superiores en el grupo no deportista ($37,7 \pm 5,77$ cm²) que en el grupo no deportista (fig. 4). Los resultados indican que no hay diferencias significativas entre el AST del muslo y del AST del brazo del GND y del GD; es decir, son valores similares.

La CK se muestra más elevada en el GD (250 ± 108 u/l) que en el GND ($167 \pm 81,3$ u/l), como muestra la figura 5, con indicios de significación a favor del GD. Al realizar un estudio de correlaciones entre las variables, la más destacada es la correlación negativa entre la edad y la fuerza, ya que, a mayor edad, los resultados en el test parcial de Bosco son inferiores, coincidiendo con lo expuesto en el marco teórico.

TABLA 2. Resultados de las pruebas y niveles de significación entre los grupos

		SJ	CMJ	DJ	RFR	MMM (g)	MMD (g)	ASTM	ASTB	%grIm	Peso (kg)	CK
GND	\bar{X}	12,69	13,90	13,65	68,10	30.470	22.515	145	31,4	44,1	85,2	167
	DS	7,01	7,95	8,33	6,59	7.836	6.868	17,9	10,1	15,3	19,0	81,3
	Z	0,44	0,79	0,24	0,98	0,51	0,51	0,55	0,53	0,50	0,72	0,69
GD	\bar{X}	18,76	21,28	22,04	75,60	33.424	27.791	145	37,7	12,5	77,9	250
	DE	3,20	3,63	3,43	7,48	4.734	4.857	13,1	5,77	3,99	8,6	108
	Z	0,66	0,35	0,61	0,51	0,93	0,54	0,73	0,99	0,88	0,98	0,56
p		0,012	0,008	0,004	0,025	0,282	0,047	0,979	0,080	0,000	0,233	0,066

SJ: salto sin contramovimiento; CMJ: salto en contramovimiento; DJ: drop jump; RFR: resistencia fuerza rápida 15 s; MMD: masa muscular determinada por Martin; MMD: masa muscular determinada por Doupe; ASTM: área de sección transversal del muslo; ASTB: área de sección transversal del brazo; %grIm: porcentaje grasa por impedanciómetro; CK: creatinina; GND: grupo no deportista; GD: grupo deportista; DE: desviación estándar.

TABLA 3. Correlación de la edad con las diferentes manifestaciones de fuerza

		SJ	CMJ	DJ	RFR
Edad	Correlación de Pearson	-0,700	-0,647	-0,737	-0,526
	p (bilateral)	0,000	0,001	0,000	0,012
Masa muscular Doupe	Correlación de Pearson	0,420	0,394	0,418	0,520
	p (bilateral)	0,049	0,069	0,053	0,013
	N	22	22	22	22

SJ: salto sin contramovimiento; CMJ: salto en contramovimiento; DJ: drop jump; RFR: resistencia fuerza rápida.

DISCUSIÓN

Los resultados en cuanto a las manifestaciones de fuerza muestran una correlación negativa entre la edad y la fuerza. La pérdida de masa muscular y de su funcionalidad, definida como sarcopenia, está asociada a la pérdida de fuerza, pero esto se puede evitar ganando masa muscular mediante entrenamiento y, por tanto, mejorando la fuerza¹⁷⁻²⁰. Las citadas referencias coinciden con los resultados de este estudio, que indica una correlación positivamente significativa entre la masa muscular y la fuerza con un entrenamiento previo, como sucede con el grupo deportista.

En un estudio sobre la medición del CMJ en la población sedentaria finlandesa se muestra que la disminución de los valores evoluciona en función de la edad¹⁴, lo que coincide con la correlación inversa mostrada en la presente investigación entre ambas variables. La edad y la fuerza se correlacionan inversamente, pero existe una controversia en la literatura acerca de la pérdida de fuerza en los miembros corporales. Así, Frontera et al¹⁷ llegan a la conclusión de que la pérdida de fuerza es independiente de la localización del músculo (extremidad superior o inferior) o de la función (flexora o extensora). Rantanen et al⁶ detectan una disminución de la fuerza flexoextensora del codo, y esta pérdida de fuerza es superior en varones respecto a mujeres, sin que se evidencien cambios en la fuerza extensora de rodilla en un estudio longitudinal de 5 años. Hughes et al²¹ y Frontera et al²² muestran que las pérdidas de fuerza no son iguales según el miembro estudiado, ya que la pérdida de fuerza anisométrica es mayor en los flexores y extensores de rodilla y menor en los flexores y extensores de codo.

Centrándonos en las cifras obtenidas en el test de Bosco, los resultados muestran valores significativamente mayores ($p < 0,05$) a favor del grupo deportista, con lo cual el nivel de entrenamiento previo de dicho grupo in-

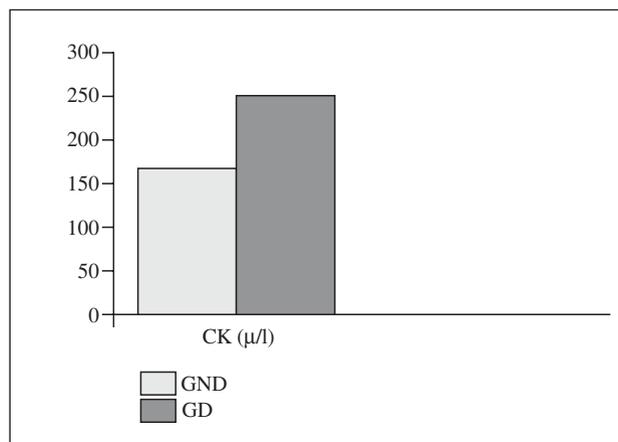


Figura 5. Resultados de la creatincinasa (CK) en los grupos de no deportistas (GND) y deportistas (GD).

fluye en la fuerza explosiva, pese a lo inespecífico de éste. Asimismo, la escasa actividad física del grupo no deportista sustenta los valores más altos de fuerza del grupo deportista, lo que verifica la relación inversamente proporcional entre la edad y la fuerza muscular cuando ésta no es entrenada. En nuestro estudio hay diferencias muy significativas ($p < 0,01$) entre los dos grupos a favor del grupo deportista en el CMJ, con lo que las medidas en el grupo deportista son mayores sin un entrenamiento específico previo de fuerza. En este caso las diferencias son mayores que en el SJ, lo cual se debe a que en este test, además de los factores anteriores, actúan las propiedades viscoelásticas del colágeno que forma el tendón del músculo, responsable del almacenamiento de la energía elástica, que empeora con la edad.

La rigidez muscular y tendinosa es superior en mayores que en jóvenes, y también puede alterarse por el efecto del entrenamiento de resistencia. Esta explicación se sustenta en el estudio realizado durante 10 semanas utilizando un entrenamiento de resistencia, con mayor incidencia en la disminución de esta rigidez del tendón muscular en mayores que en jóvenes²³. En el DJ, las propiedades viscoelásticas del músculo actúan en esta manifestación de la fuerza con mayor énfasis que en el CMJ, observándose valores superiores muy significativos ($p < 0,01$) de DJ a favor del grupo deportista, con lo que coincidimos con Gosselin et al²³, que muestran que la rigidez muscular es superior en mayores que en jóvenes, y que ésta también puede alterarse por el efecto del entrenamiento de resistencia practicado por este grupo. Analizando los resultados del test de resistencia a la fuerza rápida, el grupo deportista presenta mejores resultados que el no deportista ($p < 0,05$), lo que puede parecer normal por su nivel de entrenamiento. Sin embargo, estos sujetos no entrenan la potencia anaeróbica aláctica, sino que sus sesiones se basan en carreras continuas prolongadas. Estas diferencias a favor del grupo deportista pueden deberse a las mejores característi-

cas viscoelásticas del músculo, su mayor resistencia a la fatiga y a una mejor coordinación intra e intermuscular que sus homólogos no deportistas.

En cuanto al análisis antropométrico, el envejecimiento provoca un aumento del tejido graso, por lo que el peso corporal puede sufrir distintos tipos de modificaciones en función de esta variable^{24,19}. Así, los varones mayores entre 65 y 75 años pesan un 3% menos que los jóvenes, y las mujeres mayores son un 11% más pesadas que las jóvenes. Las diferencias de peso corporal reflejan proporciones incoherentes de acumulación de grasa corporal, pérdida de masa muscular y reducción de la densidad ósea, así como disminución del gasto metabólico basal²⁵. Estas características propias del envejecimiento están relacionadas con la sarcopenia. Los resultados de nuestro estudio muestran que no hay diferencias significativas en la comparación entre los dos grupos; por lo tanto, el peso en ambos es homogéneo, pese a las diferencias en cuanto a la cantidad y la calidad de actividad física que realiza cada uno de ellos. Sin embargo, respecto al porcentaje graso, el grupo no deportista presenta valores más altos de porcentaje de grasa corporal que el deportista; por tanto, los sujetos que realizaban actividades de tipo aeróbico mantenían un menor porcentaje graso que los sujetos del grupo no deportista que no practicaban actividad física habitual. Las diferencias mostradas entre los dos grupos eran altamente significativas ($p < 0,001$). La actividad física en mayores se correlaciona con la disminución del porcentaje graso^{4,26}, resultados que coinciden con los de este estudio.

Respecto a las diferencias de masa muscular, las pérdidas debidas a la sarcopenia se deben a varias causas: pérdida de inervación de las fibras musculares, producida por deterioro neuronal; disminución en la síntesis proteica, debido a un elevado catabolismo de las cadenas de miosina, resultado de reacciones químicas con la glucosa y radicales libres y de proteínas mitocondriales; defecto en la liberación del calcio almacenado en el retículo sarcoplásmico, con el consiguiente déficit de la excitación y de la contracción muscular, entre otros factores¹. Aunque la masa muscular relativa (%) empieza a disminuir a partir de la tercera década de vida²⁷, el estudio de Janssen et al²⁸ no la observó hasta la quinta década, y esta disminución era de 1,1 a 1,9 kg por cada década de vida en varones y mujeres. Para Starling et al²⁹ las disminuciones registradas son de 1,2 kg por cada década de vida en sujetos de 49 a 85 años. En cuanto a la masa muscular, con la ecuación de Doupe et al¹⁶ se obtienen valores superiores significativos ($p < 0,05$) a favor del grupo deportista, lo que puede explicarse por los entrenamientos y las competiciones (carreras populares desde septiembre), con lo que sus estímulos son un poco más intensos; pero con la ecuación de Martin et al¹⁵ no obtenemos diferencias entre uno y otro grupo. Estos resultados podrían ser coincidentes con los de Starling et al²⁹, que señalan que diferentes tipos de actividad física (caminar) que no sean específicamente entrenamientos

de fuerza no previenen la pérdida de masa muscular. Antes de realizar los tests, sólo tres de los 13 sujetos habían participado en competiciones previas y, por tanto, habían entrenado más intensamente, con lo cual podríamos decantarnos por los resultados según la ecuación de Martin¹⁵. Frente a ello, el hecho de que los sujetos del grupo deportista alcancen valores superiores en los tests de fuerza nos hace pensar que éstos parten de valores de masa muscular mayores, ya que ésta se correlaciona positivamente con las manifestaciones de fuerza.

En cuanto al AST, el envejecimiento produce pérdidas significativas en el del muslo y el brazo^{30-33,22}. Los valores de AST de brazo y muslo para GD y GND son similares, lo que indica la necesidad de un entrenamiento específico de la fuerza para conseguir mejoras en localizaciones anatómicas concretas³⁴.

Analizando los resultados en cuanto a los valores de CK, existen indicios de significación con ésta ($p < 0,1$) a favor del grupo deportista. Este mayor valor en el grupo deportista se puede deber a cargas de entrenamiento muscular mayores que las que soporta el grupo no deportista, o a una falta de adaptación por ser el principio de temporada, ya que éstos son atletas amateur³⁵.

En conclusión, los datos de este estudio reflejan que las manifestaciones de fuerza medidas con el test de Bosco son mayores en el GD que en el GND, a pesar de que la actividad física que realizan (entrenamiento de resistencia) es inespecífica para el desarrollo de la fuerza. Además se verifica la correlación inversamente proporcional entre la edad y las manifestaciones de fuerza. Por último, el GD y el GND presentan valores similares de peso, AST de brazo y muslo y masa muscular valorada por la ecuación de Doupe, aunque el grupo de sujetos deportistas posee menor porcentaje graso y mayor masa muscular valorada por la ecuación de Martin.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vandervoort AA, Simons TB. Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *Can J Appl Physiol* 2001;26(1):90-101.
2. Sipilä S. Physical training and skeletal muscle in elderly women. A study of muscle mass, composition, fiber characteristics and isometric strength. Jyväskylä: University of Jyväskylä, 1996.
3. Hakkinen K, Alen M, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, et al. Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *J Aging Phys Activity* 1998;6(3):232-47.
4. Pollock ML, Mengelkoch LJ, Graves JE, Lowenthal DT, Limacher MC, Foster C, et al. Twenty year follow-up of aerobic power and body composition of older track athletes. *J Appl Physiol* 1997;82(5):1508-16.
5. González Ravé JM. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza basado en el método de contraste (cargas pesadas y ligeras) sobre la fuerza y la masa muscular en sujetos de 50 a 70 años [tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada, 2001.

6. Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *J Am Geriatr Soc* 1997;45:1439-45.
7. Young A, Skelton DA. Applied physiology of strength and power in old age. *Intern J Sports Med* 1994;15(3):149-51.
8. Berg W, Lapp BA. The effect of a practical resistance training intervention on mobility in independent, community dwelling older adults. *J Aging Phys Activity* 1998;6:18-35.
9. Westhoff MJ, Stemmerik L, Boshuizen HC. Effects of a low-intensity strength-training program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. *J Aging Phys Activ* 2000;8:325-42.
10. Salem GJ, Wang YW, Young JT, Marion M, Greendale GA. Knee strength and lower- and higher-intensity functional performance in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(10):1679-84.
11. Warburton D, Glendhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol* 2001;26(2):161-216.
12. Buchner DM, Cress ME, de Lateur DJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:218-24.
13. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo, 1994.
14. Bosco C, Komi P. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol* 1980;45:209-15.
15. Martin AD, Spent LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medic Scienc Sport Exerc* 1990;22(5):729-33.
16. Doupe MB, Martin AD, Kriellars DJ, Giesbrecht GG. A new formula for population-based estimation of whole body muscle mass in males. *Can J Appl Physiol* 1997;22(6):598-608.
17. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1991;71(2):644-50.
18. Aoyagi A, Shephard RJ. Aging and muscle function. *Sports Medicine* 1992;14(6):376-96.
19. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Medicine* 2000;30(4):249-68.
20. Ross R, Heymsfield SB. Sarcopenia (muscle wasting) and aging: Significance of exercise. Introduction to the symposium. *Can J Appl Physiol* 2001;26(1):76-7.
21. Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:B209-17.
22. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* 2000;88(4):1321-6.
23. Gosselin LE, Adams C, Cotter TA, McCormick RJ, Thomas DP. Influence of exercise training on passive stiffness in locomotor skeletal muscle: role of extracellular matrix. *J Appl Physiol* 1998;85(3):1011-6.
24. Madsen OR, Lauridsen UB, Hartkopp A, Sorensen OH. Muscle strength and soft tissue composition as measured by dual energy x-ray absorptiometry in women aged 18-87 years. *Eur Jour Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75(3):239-45.
25. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Medicine* 2000;29(1):1-12.
26. Aleman H, Esparza J, Valencia ME. Anthropometry and body composition in persons over 60 years. The importance of physical activity. *Salud Publica Mex* 1999;41(4):309-16.
27. Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, Sepúlveda D, Baumgartner RN, Pierson RN, et al. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol* 1997;83:229-39.
28. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner SV, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 2000;89:465-71.
29. Starling RD, Ades PA, Poehlman ET. Physical activity, protein intake, and appendicular skeletal muscle mass in older men. *Amer J Clin Nutr* 1999;70(1):91-6.
30. Frontera W, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64(3):1038-44.
31. Hakkinen K, Hakkinen A. Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristic in women at different ages. *Eur Jour Appl Physiol Occup Physiol* 1991;62(6):410-4.
32. Hakkinen K, Alen M, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, et al. Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *J Aging Phys Activity* 1998;6(3):232-47.
33. Hakkinen K, Hakkinen A. Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1995;35(3):137-47.
34. American College Sport Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-91.
35. Zintl F. Entrenamiento de la resistencia. Barcelona: Martínez Roca, 1991.