

Entrenamiento en circuito. ¿Una herramienta útil para prevenir los efectos del envejecimiento?

Circuit training. A useful tool for preventing the effects of aging?

Salvador Romero-Arenas¹, Jorge Pérez-Gómez², Pedro E. Alcaraz¹

¹ Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Católica San Antonio de Murcia

² Departamento de Educación Física, Universidad de Extremadura

CORRESPONDENCIA:

Salvador Romero-Arenas

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Campus de los Jerónimos, s/n.

30107 Guadalupe, Murcia (Spain)

sromero@pdi.ucam.edu

Recepción: diciembre 2010 • Aceptación: octubre 2011

Resumen

Con el envejecimiento, los procesos de involución afectan a los sistemas muscular y óseo, de la misma manera que al resto de sistemas. La atrofia muscular es el resultado del envejecimiento y la falta de actividad física; esto lleva a la disminución de la fuerza y la potencia, y como consecuencia a modificaciones funcionales, muchas de las cuales se hallan relacionadas con la pérdida de salud. El entrenamiento de fuerza mejora la capacidad oxidativa del músculo y la capacidad de resistencia. El motivo que explica esta mejora es el hecho de que los programas de entrenamiento de fuerza suelen ser una mezcla de desarrollo de fuerza y resistencia, resultado de la aplicación de un entrenamiento en circuito (EC). Esta mezcla de utilización de energía aeróbica y anaeróbica a través del EC produce buenos resultados relacionados con la reducción de grasa corporal y mejora de la condición física y la capacidad funcional. El presente trabajo muestra los beneficios que reporta este tipo de entrenamiento para la salud.

Palabras clave: Entrenamiento en circuito, composición corporal, condición física y personas adultas.

Abstract

With aging, involution processes affect muscle and skeletal systems in the same way they affect other systems. Muscle atrophy is the result of aging and physical inactivity, and this leads to decreased strength and power, and consequently to functional changes, many of which are related to the loss of health. Strength training improves muscle oxidative capacity and endurance. The reason behind this improvement is the fact that strength training programs are usually a mix of strength and endurance development, resulting from the application of circuit weight training. This mix of use of aerobic and anaerobic energy through circuit weight training produces good results related to the reduction of body fat and improvements in fitness and functional capacity. This work shows the benefits of this type of training for health.

Key word: Circuit weight training, body composition, fitness and adults

Introducción

Los seres humanos disminuyen espontáneamente su actividad física conforme van envejeciendo. En nuestro ámbito social el nivel de actividad física voluntaria comienza a disminuir tan pronto como las personas alcanzan la madurez. Aunque es extremadamente difícil separar los efectos derivados del envejecimiento de los de la enfermedad, hay cierto consenso sobre algunos efectos del paso de los años en relación con aspectos relacionados con el ejercicio. La mayor parte de los estudios sugieren que el entrenamiento físico no parece retardar el proceso fisiológico del envejecimiento. Así, cuando se comparan grupos de sujetos sedentarios y entrenados, ambos muestran similares descensos en su capacidad de trabajo físico con la edad, pero los regularmente activos tienen un mayor rendimiento en todas las edades (López Chicharro & Izquierdo, 2006).

En personas con o sin enfermedades, el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular contribuye de manera significativa a mejorar su calidad de vida y a ser independientes (Beniamini, Rubenstein, Faigenbaum, Lichtenstein & Crim, 1999; McCartney, McKelvie, Haslam & Jones, 1991). Desgraciadamente la sarcopenia (pérdida de masa muscular) aparece con el envejecimiento, y unido a la falta de actividad física, produce una pérdida de fuerza y potencia (Bickel, Cross & Bammann, 2011; Frontera, Hughes, Lutz & Evans, 1991; Hakkinen & Hakkinen, 1995). A pesar de la edad, el músculo esquelético responde a la sobrecarga progresiva a través del entrenamiento de fuerza, mejorando a través de adaptaciones neuromusculares e hipertrofia muscular principalmente. En personas mayores, la fuerza muscular y la habilidad para moverse rápidamente parece tener una relación inversa con el riesgo de caídas (Pijnappels, Van der Burg, Reeves, & Van Dieen, 2008). En concreto, el entrenamiento de fuerza realizado con cargas sub-máximas a una velocidad de ejecución alta ha demostrado que mejora el rendimiento en actividades diarias, así como el equilibrio (Bottaro, Machado, Nogueira, Scales & Veloso, 2007; Orr et al., 2006).

El entrenamiento de fuerza aumenta el gasto energético total y el gasto energético durante la actividad física (Ades et al., 2005), el motivo que explica esta mejora en personas mayores es el hecho de que los programas de entrenamiento de fuerza suelen ser una mezcla de desarrollo de fuerza y resistencia resultado de la aplicación de un entrenamiento en circuito (EC) utilizando pesos con intensidades moderadas (Williams et al., 2007). Esta mezcla de utilización de energía aeróbica y anaeróbica a través del EC produce buenos resultados relacionados con la reducción de grasa corporal, condición física y mejora de la capaci-

dad funcional (Gettman, Ward & Hagan, 1982; Maiorana et al., 2001; Ross et al., 2000; Watts et al., 2004), si además los ejercicios del circuito son realizados en todo su rango de movimiento parece ser que se mejora la flexibilidad, factor importante para las tareas diarias y que se van deteriorando con la edad (Fett, Fett & Marchini, 2009).

Este modelo de entrenamiento fue propuesto por Morgan y Adamson (1959) con el objetivo de mejorar la resistencia cardiovascular mediante el entrenamiento de fuerza, así como para preparar al organismo para un entrenamiento de fuerza más intenso. En general, consiste en seleccionar 10-15 ejercicios que trabajen todas las partes del cuerpo utilizando máquinas, mancuernas o barras. Se realiza una serie de cada uno de ellos, uno a continuación del otro, de tal manera que una vez que se hayan realizado todos los ejercicios se vuelve a empezar desde el principio hasta completar 30-40 min de entrenamiento o 1-3 repeticiones del circuito (Tesch, 1992). Los descansos entre series son cortos (15-30 s).

Desde que Morgan y Adamson propusieran este modelo de entrenamiento, han sido muchos los estudios que han avalado su eficacia. El EC permite aumentar el área de sección transversal del músculo en las fibras tipo IIA y tiende a mejorar la cantidad de masa muscular en personas sedentarias en tan solo 10 semanas (Harber, Fry, Rubin, Smith & Weiss, 2004). Si tenemos en cuenta que la masa muscular correlaciona con gasto metabólico basal (Melby, Scholl, Edwards & Bullough, 1993), entonces el gasto energético es mayor, lo que puede ser de ayuda para reducir el peso corporal, si la reducción en el peso es de un 10% se mejoran los factores de riesgo metabólico ("Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III)", 2001).

Normalmente el EC utiliza cargas bajas y esto puede limitar el incremento en la densidad mineral ósea (DMO) (Gettman, Culter, & Strathman, 1980). Intensidades del 45-60% de una repetición máxima (RM) parecen ser insuficientes para provocar un stress mecánico apropiado que estimule la mejora en la DMO (Brentano et al., 2008; Vincent & Braith, 2002). Recientes investigaciones (Alcaraz, Pérez-Gómez, Chavarrias & Blazeovich, In press; Alcaraz, Sanchez-Lorente & Blazeovich, 2008) han mostrado que EC a alta intensidad (6RM) puede ser una alternativa de trabajo para la población mayor, por sus beneficios tanto en la mejora de la masa libre de grasa y la reducción en la masa grasa, así como los beneficios que produce sobre la fuerza y la resistencia aeróbica. El objetivo de la presente revisión

bibliográfica es la de mostrar el estado de las tres principales áreas que han sido foco principal de las investigaciones realizadas sobre EC: a) composición corporal, b) condición física y c) cambios en los marcadores fisiológicos de salud, durante el periodo de envejecimiento.

Efectos sobre la composición corporal

Peso corporal

En relación al peso corporal, sólo se ha encontrado un estudio que analice el peso corporal antes y después de un programa de entrenamiento en personas de 50 a 65 años de edad (Tabla I). Los resultados demuestran que el entrenamiento en circuito, tanto de intensidad alta como moderada, disminuyó de manera significativa el peso corporal un 7,9% y 4,4% respectivamente. Sin embargo, esas mejoras no se observaron en el grupo que entrenó resistencia (Paoli et al., 2010).

Grasa corporal

El entrenamiento en circuito se ha mostrado efectivo para disminuir la grasa corporal tanto en mujeres como en hombres (Tabla I) (Ahmadizad, Haghghi & Hamedinia, 2007; Gettman et al., 1982). En el estudio de Ahmadizad y col. (2007) el EC permitió disminuir el porcentaje de grasa corporal (-4,5%), algo más que el entrenamiento tradicional de resistencia (-3,3%). Gettman y col. (1982) aplicaron un entrenamiento de fuerza en circuito con una intensidad inferior al estudio de Ahmadizad y col. (2007) siendo los beneficios similares tanto en hombres como en mujeres (-3,1% y -2,8% respectivamente), la mejora fue algo superior cuando el EC combinó ejercicios de resistencia y de fuerza (-4,1% y -3,2% en hombres y mujeres respectivamente).

Masa muscular

Para la masa muscular, los circuitos con intensidades bajas del 40% del 1RM fueron suficientes para aumentar la masa muscular tanto en hombres como en mujeres (Tabla I) (Gettman et al., 1982). Gettman y col. (1982) observaron ganancias de entre 1 y 1,9 kg en la masa muscular total en personas de 35-36 años de edad. Weinsier y col. (1992) demostraron que, en teoría, una ganancia de 1 kg de masa muscular debería aumentar el gasto energético en reposo aproximadamente 21 Kcal/d (Weinsier, Schutz, & Bracco, 1992). Un aumento en el músculo (o masa magra) como resultado del entrenamiento de fuerza contribuye en el mantenimiento o el aumento de la tasa metabólica

en reposo o basal. Tal aumento en la tasa metabólica puede complementar el aumento en el gasto calórico producido por el entrenamiento aeróbico para ayudar a controlar el peso (Paoli et al., 2010).

Densidad mineral ósea (DMO)

Desafortunadamente, aunque hay cambios significativos en masa libre de grasa y en masa grasa con el EC, la baja intensidad y las bajas cargas utilizadas normalmente en EC pueden no afectar a la DMO (Brentano et al., 2008). Es conveniente que en futuras investigaciones se busquen las adaptaciones del hueso a programas en circuito con altas cargas.

Circunferencia de la cintura

Únicamente se ha encontrado un estudio que presente datos sobre el efecto de EC sobre el perímetro abdominal (Tabla I) (Paoli et al., 2010). En este estudio comprobaron que 12 semanas de EC de alta intensidad redujeron la circunferencia de la cintura (-5,1%), no siendo esta reducción significativa para los grupos que realizaron un entrenamiento en circuito de intensidad moderada (-3,4%) o un entrenamiento de resistencia (-2,4%).

Pliegues corporales

En relación a los pliegues, sólo en un estudio se analizó el grosor de los pliegues cutáneos (Tabla I) (Takeshima et al., 2004). Estos autores observaron una reducción del 16,2% del valor medio de los pliegues del tríceps, subscapular y abdominal, tras un periodo de 12 semanas de entrenamiento progresivo en circuito en personas de 60 a 83 años de edad.

Efectos sobre la condición física

Resistencia

Una adaptación asociada al entrenamiento en circuito son los cambios en el consumo de oxígeno (VO_2). El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) es un indicador importante de salud cardiovascular y una medida utilizada para valorar el estado del entrenamiento de resistencia. Varios estudios han mostrado mejoras significativas en el $VO_{2\text{máx}}$ tras la aplicación de un programa de EC (Tabla II) (Ahmadizad et al., 2007; Brentano et al., 2008; Gettman et al., 1982; Kaikkonen, Yrjama, Siljander, Byman & Laukkanen, 2000; Takeshima et al., 2004); los resultados muestran

Tabla I. Efectos significativos del entrenamiento en circuito sobre la composición corporal.

Estudios	Entrenamiento									Intensidad					Participantes					Mejora					
	Año	Autores	Tipo	Duración	We	Se	Set	Re	Rest	W/R	%HR	RPE	%RM	N	Ge	Yr	kg	%	%	kg	cm	%	mm	%	
2007	Ahmadzad	EC	50'-60'	12	3	4	12	30"	-	-	-	50-60	8	M	40.9	-	-	-4,5	-	-	-	-	-	-	
		ER	20'-30'	12	3	-	-	-	-	75-85	-	-	8	M	41.3	-	-	-3,3	-	-	-	-	-	-	
1982	Gettman	PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	12	F	35.7	-	-	-3,2	1,0	-	-	-	-	-	
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	12	F	35.7	-	-	-2,8	1,9	-	-	-	-	-	
		PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	14	M	36.1	-	-	-4,1	1,8	-	-	-	-	-	
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	14	M	36.1	-	-	-3,1	1,8	-	-	-	-	-	
2010	Paoli	EC-L	50'	12	3	1-3	15	60"	-	-	-	15RM	10	-	56	-3,8	-4,4	-	-	-	-	-	-	-	
		EC-H	50'	12	3	1-3	6	60"	-	-	-	6RM	10	-	56	-7,1	-7,9	-	-	-5,5	-5,1	-	-	-	
		ER	30'-40'	12	3	-	-	-	-	65	11-13	-	10	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2004	Takeshima	PACE	50'	12	3	-	10-15	30"/30"	-	LT	11,8-13,5	-	18	-	68.3	-	-	-	-	-	-	-	-12,3	-16,2	

Entrenamiento de fuerza en circuito (EC); Entrenamiento de resistencia (ER); Entrenamiento de fuerza y resistencia en circuito (PACE); Entrenamiento de fuerza en circuito de baja intensidad (EC-L); Entrenamiento de fuerza en circuito de alta intensidad (EC-H); Semanas (We); Sesiones (Se); Series (Set); Repeticiones (Re); Recuperación (Rest); Relación ejercicio-recuperación (W/R); Porcentaje frecuencia cardíaca máxima (%HR); Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE); Porcentaje 1RM (%RM); Número de sujetos (N); Género (Ge); Masculino (M); Femenino (F); Años (Yr); Grasa corporal total (Grasa); Masa muscular total (músculo); Circunferencia de la cintura (cintura); Pliegues corporales (Pliegues).

mejoras entre un 10,4% y un 18,6% con EC. El ratio trabajo:descanso es un facto decisivo para obtener mejoras en este sentido, siendo el ratio 1:1 y 2:1 los más efectivos. Las ganancias son mayores, aunque sin diferencias significativas entre grupos cuando el entrenamiento de fuerza en circuito se combina con el entrenamiento de resistencia (Gettman et al., 1982).

Flexibilidad

Para la flexibilidad sólo un estudio muestra mejoras en flexibilidad (Tabla II) tras EC en mujeres sedentarias de mediana edad (Monteiro et al., 2008). Se observaron mejoras en los movimientos de aducción horizontal (37,3%) para la articulación del hombro, flexo-extensión de la articulación de cadera (15,4% y 23,6% respectivamente) y flexo-extensión de la articulación del tronco (146,2% y 135,6% respectivamente).

Fuerza

Varios estudios han sido los que hacen referencia a las ganancias de fuerza (Tabla III) (Brentano et al., 2008; Gettman et al., 1982; Monteiro et al., 2008; Paoli et al., 2010; Rhodes et al., 2000). Las mejoras en press de banca y en press de pierna en el 10RM son de 8 kg y 60 kg respectivamente (Monteiro et al., 2008). Paoli y col. (2010) observaron mejoras superiores en el 6RM en el press de banca y press de pierna con EC de alta intensidad (10 kg y 18 kg respectivamente) que con el EC de baja intensidad (7 kg y 8 kg respectivamente). Las mejoras en el 1RM son superiores en el es-

tudio de Gettman y col. (1982) con unos 14 kg y 41 kg en press de banca y press de piernas respectivamente, frente a las mejoras obtenidas por Rhodes y col. (2000) que son de 4 kg y 2 kg respectivamente, a pesar de que este último estudio utilizó cargas más altas (85% del 1RM) que el primero (40% del 1RM), puede ser que la edad de los sujetos influyera en esas diferencias, personas con edades de 65-75 años en el último estudio frente a sujetos de 35-36 años del primer estudio.

No se debe entender que los resultados sugieren una mejor adaptación de EC para el desarrollo de la fuerza. Aunque cuando comparamos con el entrenamiento de fuerza tradicional, el EC no produce cambios similares en la fuerza (Brentano, et al., 2008) probablemente debido a la utilización de cargas bajas. Aún no hay estudios que valoren si se conseguirían los mismos resultados al entrenar con altas cargas tanto de manera tradicional como en circuito, en personas mayores de 35 años sedentarias.

Efectos sobre biomarcadores fisiológicos de salud

Colesterol de alta densidad (HDL-c)

Tras la revisión, se ha encontrado un estudio que mostrara aumentos significativos al valorar el HDL-c en personas mayores (Takeshima et al., 2004). Estos autores observaron una mejora del 18% en los niveles de HDL-c tras un periodo de EC progresivo para una población de entre 60 y 83 años de edad.

Tabla II. Efectos significativos del entrenamiento en circuito sobre el consumo máximo de oxígeno y la flexibilidad.

																Mejora					
																Resistencia			Flexibilidad		
Estudios		Entrenamiento								Intensidad			Participantes			VO ₂ máx.	AH	HF	HE	TF	TE
Año	Autores	Tipo	Duración	We	Se	Set	Re	Rest	W/R	%HR	RPE	%RM	N	Ge	Yr	%	%	%	%	%	%
2007	Ahmadizad	EC	50'-60'	12	3	4	12	30"	-	-	-	50-60	8	M	40,9	18,3	-	-	-	-	-
		ER	20'-30'	12	3	-	-	-	-	75-85	-	-	8	M	41,3	26,6	-	-	-	-	-
2008	Brentano	EC	60'	24	3	2-3	20-10	0"	-	-	-	45-60	10	F	PM	18,6	-	-	-	-	-
		FT	60'	24	3	2-3	20-6	120"	-	-	-	45-80	9	F	PM	22,6	-	-	-	-	-
1982	Gettman	PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	12	F	35,7	17,1	-	-	-	-	-
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	12	F	35,7	13,4	-	-	-	-	-
		PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	14	M	36,1	16,6	-	-	-	-	-
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	14	M	36,1	11,9	-	-	-	-	-
2000	Kaikkonen	EC	40'	12	3	3	-	-	40"/20"	70-80	-	-	27	-	42,5	10,4	-	-	-	-	-
		ER	40'	12	3	-	-	-	-	70-80	-	-	29	-	41,6	11,2	-	-	-	-	-
2000	Monterio	EC	-	10	3	3	8-12	-	1/3	-	-	40-60	10	F	37,0	-	37,3	15,4	23,6	146,2	135,6
2004	Takehima	PACE	50'	12	3	-	10-15	30"/30"	-	LT	12-14	-	18	-	68,3	15,0	-	-	-	-	-

Entrenamiento de fuerza en circuito (EC); Entrenamiento de resistencia (ER); Entrenamiento de fuerza tradicional (FT); Entrenamiento de fuerza y resistencia en circuito (PACE); Semanas (We); Sesiones (Se); Series (Set); Repeticiones (Re); Recuperación (Rest); Relación ejercicio-recuperación (W/R); Porcentaje frecuencia cardiaca máxima (%HR); Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE); Porcentaje 1RM (%RM); Número de sujetos (N); Género (Ge); Masculino (M); Femenino (F); Años (Yr); Postmenopáusica (PM); Consumo máximo de oxígeno (VO₂máx.); Adducción horizontal (AH); Flexión de cadera (HF); Extensión de cadera (HE); Flexión de tronco (TF); Extensión de tronco (TE).

Tabla III. Efectos significativos del entrenamiento en circuito sobre la fuerza.

																Mejora						
																Fuerza						
																Press de banca		Press de piernas		Extensión de rodilla		
Estudios		Entrenamiento								Intensidad			Participantes			10RM	6RM	1RM	10RM	6RM	1RM	Isométrico
Año	Autores	Tipo	Duración	We	Se	Set	Re	Rest	W/R	%HR	RPE	%RM	N	Ge	Yr	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
2008	Brentano	EC	60'	24	3	2-3	20-10	0"	-	-	-	45-60	10	F	PM	-	-	-	-	-	-	17,7
		FT	60'	24	3	2-3	20-6	120"	-	-	-	45-80	9	F	PM	-	-	-	-	-	-	32,7
1982	Gettman	PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	12	F	35,7	-	-	6	-	-	27	-
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	12	F	35,7	-	-	6	-	-	20	-
		PACE	30'	12	3	3	12-15	30"	30"/30"	60	-	40	14	M	36,1	-	-	14	-	-	41	-
		EC	22,5'	12	3	3	12-15	15"	30"/15"	-	-	40	14	M	36,1	-	-	9	-	-	31	-
2000	Monteiro	EC	-	10	3	3	8-12	-	1/3	-	-	40-60	10	F	37	8	-	-	59,8	-	-	-
2000	Rhodes	EC	60'	12	3	3	8	-	-	-	-	75	20	F	68,8	-	-	3,9	-	-	19	-
2010	Paoli	EC-L	50'	12	3	1-3	15	60"	-	65	-	15RM	10	-	56	-	7,2	-	-	8	-	
		EC-H	50'	12	3	1-3	6	60"	-	-	-	6RM	10	-	56	-	10,4	-	-	17,8	-	
		ER	30'-40'	12	3	-	-	-	-	65	11-13	-	10	-	56	-	-	-	-	-	-	-

Entrenamiento de fuerza en circuito (EC); Entrenamiento de fuerza tradicional (FT); Entrenamiento de fuerza y resistencia en circuito (PACE); Entrenamiento de fuerza en circuito de baja intensidad (EC-L); Entrenamiento de fuerza en circuito de alta intensidad (EC-H); Entrenamiento de resistencia (ER); Semanas (We); Sesiones (Se); Series (Set); Repeticiones (Re); Recuperación (Rest); Relación ejercicio-recuperación (W/R); Porcentaje frecuencia cardiaca máxima (%HR); Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE); Porcentaje 1RM (%RM); Número de sujetos (N); Género (Ge); Masculino (M); Femenino (F); Años (Yr); Postmenopáusica (PM); Extremidades superiores (UL); Extremidades inferiores (LL).

Índice de resistencia a la insulina

Hay pocos estudios que hayan estudiado la sensibilidad a la insulina (Ahmadizad et al., 2007). Ahmadizad y col. (2007) comprobaron que tras EC de 12 semanas con una intensidad moderada se incrementó un 38,5% la sensibilidad a la insulina, los resultados fueron similares a los del grupo que entrenó resistencia durante el mismo periodo (35,7%).

Función vascular

Adicionalmente, EC mejora la función vascular utilizando cargas alrededor del 60% del 1RM. Hay datos que sugieren efectos beneficiosos de EC sobre presión sanguínea a corto y a largo plazo. La mayoría de la evidencia soporta un reducción moderada de la presión sistólica y predominantemente de la presión diastólica utilizando EC con cargas del 40% del 1RM en mujeres de mediana edad con sobre peso (Maiorana, O'Driscoll, Dembo, Goodman, Taylor, & Green, 2001).

Aplicaciones

El EC es una modalidad de entrenamiento versátil que permite a muchos individuos entrenar a la vez, reduciendo el tiempo cuando se compara con otras modalidades, y consiguiendo además adaptaciones similares. Los estudios que investigan sobre los efectos del EC se han centrado en los beneficios que aporta a la salud. La aplicación de las investigaciones acerca del EC junto con los principios del acondicionamiento físico, permitirán establecer unas pautas para el desarrollo de programas de entrenamiento para población mayor.

Como la literatura sugiere, el descanso entre ejercicios es un componente importante del programa en general, ya que puede influir en la adaptación y en la recuperación (Bompa, 1999; Fleck & Kraemer, 1997; Willardson, 2006). No hay un ratio estandarizado de trabajo:descanso, aunque como se ha descrito anteriormente, los ratios 1:1 y 2:1 son los más utilizados. Un punto clave para adecuar el tiempo de descanso entre ejercicios variará en función de las características de los individuos y la adaptación al EC de los mismos.

Un mayor tiempo de trabajo y menor intervalo de descanso mantiene un alto porcentaje del VO_2 y una elevada frecuencia cardiaca, mejorando así factores de riesgo cardiovascular (HDL-c, colesterol total, presión sistólica y diastólica, reducción del porcentaje graso) (Maiorana et al., 2001; Mosher, Underwood, Ferguson

& Arnold, 1994; Nash, Jacobs, Mendez & Goldberg, 2001; Stewart, Manson & Keleman, 1988).

También, los cambios entre el ratio trabajo:descanso pueden estar en base a la capacidad de los participantes a completar todas las repeticiones durante la fase de trabajo dado un aumento progresivo de la carga. Se han utilizado diferentes formas de controlar el esfuerzo de los individuos, habiendo limitaciones cuando se toma el porcentaje de frecuencia cardiaca máxima para medir la intensidad aeróbica durante EC, debido a grandes cambios (altos picos durante el ejercicio seguido de descensos durante el descanso) que no permitirán un incremento lineal del trabajo aeróbico (Hurley, Seals, Ehsani, Cartier, Dalsky Hagberg & Holloszy, 1994). Una alternativa puede ser la escala de percepción del esfuerzo o el porcentaje de fuerza dinámica máxima de cada individuo.

Actualmente, las intensidades que se han usado durante el EC han sido bajas o moderadas, utilizando cargas de entre 40-60% de una repetición máxima. Los beneficios sobre la fuerza y la potencia, y la composición corporal con estas cargas son evidentes, aunque parece que se obtienen mayores beneficios cuando se trabaja con altas cargas (6RM) (Paoli et al., 2010). Paoli y col. fueron los primeros en trabajar en EC a una intensidad de 6RM, a pesar de no valorar la DMO estas cargas podrían proporcionar un stress mecánico suficiente que permitiera las adaptaciones óseas que no se consiguen con cargas entre el 40-60% del 1RM. Serán necesarias futuras investigaciones para conocer las posibles adaptaciones óseas al entrenamiento en circuito de alta intensidad.

El éxito de un programa de EC también depende del orden de los ejercicios, el cual puede influir en la adherencia al programa por parte de los participantes. Alternando miembros superiores con los miembros inferiores del cuerpo, utilizando ejercicios simples o multiarticulares con más o menos complicación a la hora de ejecutarlos.

La ejecución de los ejercicios requiere de una gran concentración para conseguir grandes producciones de fuerza, una distribución adecuada de los ejercicios minimizará el efecto de la fatiga. Dejar al azar el orden de los ejercicios en EC durante una sesión, puede perjudicar a la producción de fuerza y potencia, incrementa los riesgos de lesión, y posiblemente minimizaría las adaptaciones deseadas.

La selección exacta de los ejercicios para el circuito tiene un impacto importante sobre la salud, dependiendo sobre todo de la evaluación inicial del individuo. El preciso número de estaciones es subjetivo, debe ajustarse a la habilidad de los individuos, tiempo disponible y potencial de mejora.

Conclusiones

Tras la revisión realizada, parece evidente que el entrenamiento de fuerza en circuito presenta mejoras a nivel de composición corporal, condición física y marcadores fisiológicos de salud en personas mayores, no obstante se necesitan más estudios para comparar las posibles ventajas del entrenamiento en circuito

respecto a otros métodos de entrenamiento. Estos estudios se deben centrar en protocolos en los que se estimulen las variables que parecen estar relacionadas con la salud y la sensación de bienestar en población mayor, como es la resistencia aeróbica, la fuerza y la potencia muscular, incremento de la masa muscular, reducción de la masa grasa y provoque adaptaciones sobre la densidad mineral ósea.

BIBLIOGRAFÍA

- Ades, P. A., Savage, P. D., Brochu, M., Tischler, M. D., Lee, N. M., & Poehlman, E. T. (2005). Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *J Appl Physiol*, 98(4), 1280-1285.
- Ahmadizad, S., Haghghi, A. H., & Hamedinia, M. R. (2007). Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol*, 157(5), 625-631.
- Alcaraz, P. E., Pérez-Gómez, J., Chavarrias, M., & Blazeovich, A. J. (In press). Similarity in adaptations to heavy circuit vs. traditional strength training in active young men. *J Strength Cond Res*.
- Alcaraz, P. E., Sanchez-Lorente, J., & Blazeovich, A. J. (2008). Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *J Strength Cond Res*, 22(3), 667-671.
- Beniamini, Y., Rubenstein, J. J., Faigenbaum, A. D., Lichtenstein, A. H., & Crim, M. C. (1999). High-intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil*, 19(1), 8-17.
- Bompa, T. (1999). Periodization. Training for sport. Champaign, IL. Human Kinetics.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., & Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 257-264.
- Brentano, M. A., Cadore, E. L., Da Silva, E. M., Ambrosini, A. B., Coertjens, M., Petkowicz, R., et al. (2008). Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1816-1825.
- Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). (2001). *Jama*, 285(19), 2486-2497.
- Fett, C. A., Fett, W. C., & Marchini, J. S. (2009). Circuit weight training vs jogging in metabolic risk factors of overweight/obese women. *Arq Bras Cardiol*, 93(5), 519-525.
- Fleck, S. J., & Kreamer, W. J. (1997). Designing resistance training programs. (2ª ed.) Champaign, IL. Human Kinetics.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J., & Evans, W. J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol*, 71(2), 644-650.
- Gettman, L. R., Culter, L. A., & Strathman, T. A. (1980). Physiologic changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training. *J Sports Med Phys Fitness*, 20(3), 265-274.
- Gettman, L. R., Ward, P., & Hagan, R. D. (1982). A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med Sci Sports Exerc*, 14(3), 229-234.
- Hakkinen, K., & Hakkinen, A. (1995). Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 35(3), 137-147.
- Harber, M. P., Fry, A. C., Rubin, M. R., Smith, J. C., & Weiss, L. W. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports*, 14(3), 176-185.
- Hurley, B. F., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Cartier, L. J., Dalsky, G. P., Hagerberg, J. M. et al. (1984). Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc*, 16, 483-8.
- Kaikkonen, H., Yrjama, M., Siljander, E., Byman, P., & Laukkanen, R. (2000). The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. *Scand J Med Sci Sports*, 10(4), 211-215.
- López-Chicharro, J. and M. Izquierdo (2006). Aspectos fisiológicos del ejercicio en relación al envejecimiento. Fisiología del Ejercicio. J. López Chicharro. Madrid, Medica Panamericana: 613-639.
- Maiorana, A., O'Driscoll, G., Dembo, L., Goodman, C., Taylor, R., & Green, D. (2001). Exercise training, vascular function, and functional capacity in middle-aged subjects. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12), 2022-2028.
- McCartney, N., McKelvie, R. S., Haslam, D. R., & Jones, N. L. (1991). Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 67(11), 939-945.
- Melby, C., Scholl, C., Edwards, G., & Bullough, R. (1993). Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol*, 75(4), 1847-1853.
- Monteiro, W. D., Simao, R., Polito, M. D., Santana, C. A., Chaves, R. B., Bezerra, E., et al. (2008). Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res*, 22(3), 672-677.
- Morgan, R. E., & Adamson, G. T. (1959). Circuit training. Bell and Sons Ltd.: London.
- Mosher, P. E., Underwood, S. A., Ferguson, M. A., & Arnold, R. O. (1994). Effects of 12 weeks of aerobic circuit training on aerobic capacity, muscular strength, and body composition in college-age women. *J Strength Cond Res*, 8, 144-8.
- Nash, M. S., Jacobs, P. L., Mendez, A. J., Goldberg, R. B. (2001). Circuit resistance training improves the atherogenic lipid profiles of persons with chronic paraplegia. *J Spinal Cord Med*, 24, 1-9.
- Orr, R., de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 78-85.
- Paoli, A., Pacelli, F., Bargossi, A. M., Marcolin, G., Guzzinati, S., Neri, M., et al. (2010). Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *J Sports Med Phys Fitness*, 50(1), 43-51.
- Pijnappels, M., van der Burg, P. J., Reeves, N. D., & van Dieën, J. H. (2008). Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur J Appl Physiol*, 102(5), 585-592.
- Rhodes, E. C., Martin, A. D., Taunton, J. E., Donnelly, M., Warren, J., & Elliot, J. (2000). Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports Med*, 34(1), 18-22.
- Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., et al. (2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 133(2), 92-103.
- Stewart, K. J. Mason, M., & Koleman, H. (1988). Tree-year participation in circuit weight training improves muscular strength and self-efficacy in cardiac patients. *J Cardiopulm Rehabil*, 8, 292-6.
- Takehima, N., Rogers, M. E., Islam, M. M., Yamauchi, T., Watanabe, E., & Okada, A. (2004). Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol*, 93(1-2), 173-182.

- Tesch, P. A. (1992). Training for bodybuilding. En: Komi, P. V. Strength and power in sport. Blackwell Scientific Publications, 370-81.
- Vincent, K. R., & Braith, R. W. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 34(1), 17-23.
- Watts, K., Beye, P., Siafarikas, A., Davis, E. A., Jones, T. W., O'Driscoll, G., et al. (2004). Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol*, 43(10), 1823-1827.
- Weinsier, R. L., Schutz, Y., & Bracco, D. (1992). Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans. *Am J Clin Nutr*, 55, 790-4.
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: Factors affecting to length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20, 978-84.
- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., et al. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 116(5), 572-584.