

Efectes d'un programa d'entrenament de força sobre la composició corporal i la força màxima en joves entrenats

FRANCISCO JAVIER ORQUÍN CASTRILLÓN^a, GEMA TORRES-LUQUE^b I FACUNDO PONCE DE LEÓN^c

^aDepartamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio. Murcia. Espanya.

^bFacultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén. Jaén. Espanya.

^cInstructor de Salas de Musculación. Buenos Aires. Argentina.

RESUM

L'objectiu d'aquest estudi va ser conèixer les adaptacions en composició corporal, força màxima i resistència muscular local d'un programa d'entrenament de força en circuit intermitent amb sobrecàrregues.

Mètode: Es van seleccionar 8 homes joves entrenats en musculació ($24,07 \pm 3,12$ anys, $77,96 \pm 7,5$ kg, $173 \pm 0,2$ cm i $14,50 \pm 2,00$ mesos d'experiència). Tots els subjectes van signar el consentiment per escrit per participar-hi. Es va fer una valoració antropomètrica, 10 tests d'una repetició màxima (IRM) i un test de resistència muscular local. Posteriorment es va dur a terme un programa d'entrenament de força de 8 setmanes de durada, amb la característica que era en circuit intermitent amb sobrecàrregues, 3 vegades per setmana, entre el 62 i el 72% d'IRM. Després d'aquest període es va fer una valoració final amb les mateixes característiques de la valoració inicial.

Resultats: Els resultats van mostrar una disminució en els percentatges de greix corporal entorn del 9,46%, millores en força màxima entorn del 3 al 31% segons el grup muscular, i un augment en la resistència muscular local de l'1,42%.

Conclusions: L'entrenament en circuit intermitent amb sobrecàrregues ofereix, després de 8 setmanes de durada, adaptacions de composició corporal, de força màxima i resistència muscular local per a subjectes entrenats. Tot i ser necessaris estudis amb mostres més àmplies, es presenta com una alternativa de metodologia dins la sala de musculació.

PARAULES CLAU: Entrenament de força. Entrenament en circuit. Composició corporal.

ABSTRACT

The aim of this study was to know the adjustments in corporal composition, maximum force and muscular local resistance of a program of training of force in intermittent circuit with overcharges.

Method: Eight young males trained in resistance ($24,07 \pm 3,12$ years, $77,96 \pm 7,5$ kg, $173 \pm 0,2$ cm and $14,50 \pm 2,00$ months of experience) were selected. All the subjects signed an assent in writing of participation in the same one. Characteristic anthropometric, 10 tests of IRM and one test of muscular local resistance was realized. Later, there was carried out a program of resistance training of 8 weeks of duration by the characteristic of being in intermittent circuit with overcharges, 3 times per week, between 62%-72 % of IRM. A final valuation with the same characteristics of the initial valuation was realized.

Results: The results showed a decrease in the percentages of corporal fat of 9,46%, improvements in maximum strength about 3%-31% and an increase in the muscular local resistance of 1,42%.

Conclusions: The training in intermittent circuit with overcharges after 8 weeks of duration offers adjustments to level of corporal composition, of maximum strength and muscular local resistance for trained subjects.

KEY WORDS: Strength Training. Circuit Weight Training. Body Composition.

Rebut el 24 de març de 2009 / Acceptat el 4 de maig de 2009.

Correspondència: Gema Torres Luque (gtluque@ujaen.es).

INTRODUCCIÓ

Hi ha nombrosos mètodes i exercicis per obtenir adaptacions en les diverses capacitats físiques. Actualment estan prenent una més gran importància els mètodes relacionats amb la mobilització de sobrecàrregues (pesos), ja que són mètodes molt eficaços en oferir adaptacions molt interessants a un ampli camp de poblacions de edats i característiques diverses. Malgrat que els entrenaments de força produeixen determinades millores neuromusculars, se solen prescriure pels seus beneficis relacionats amb els augments de força muscular i els efectes sobre la composició corporal.

Entre les adaptacions més rellevants sobre la composició corporal destaca l'increment de la dimensió de la secció transversal de les fibres musculars (hipertrofia muscular)¹⁻³, la millora la densitat mineral òssia (DMO), especialment als llocs pròxims als músculs que intervenen en l'exercici⁴, com també l'augment de la qualitat de l'os, que esdevé més resistent⁵, i la disminució dels nivells de massa de greix corporal².

Els efectes beneficiosos de l'entrenament amb sobrecàrregues depenen de nombrosos factors, com la intensitat de la càrrega, el volum i la freqüència de l'entrenament, el temps de recuperació i la velocitat de moviment, que segons els objectius que es vulguin assolir es modificaran d'una manera o una altra⁶⁻⁹. Tot i que les variables de l'entrenament estan bastant estudiades i han estat identificades, encara ara hi ha incertesa sobre la relativa importància i especificitat de cadascuna sobre el desenvolupament de la força i el guany d'hipertrofia muscular³. Però amb tot, la intensitat i el volum de l'entrenament es consideren les variables principals que cal modificar en aquest tipus d'entrenaments⁶.

Per aconseguir millores en força màxima i en composició corporal es poden utilitzar diferents mètodes d'entrenament. De fet, hi ha força documentació sobre millores en aquestes qualitats amb l'ús d'entrenaments contra resistències en circuit (*circuit weight-training*) en subjectes desentrenats. Estudis sobre l'entrenament en circuit de 12 setmanes de durada, amb intensitats compreses entre el 20 i el 40% d'una repetició màxima (1RM), produeixen augments en força del 2 al 17% i les adaptacions obtingudes en els percentatges de greix suposen

una disminució de fins al 3 a 4%^{10,11}. En programes de 10 setmanes de durada utilitzant intensitats d'entrenament entre 40 i 60% d'1RM, s'hi observa l'obtenció de millores en força màxima compreses entre el 6 i el 42%. D'altra banda, s'obtenen disminucions de fins a 2,6% en els percentatges de greix corporal¹²⁻¹⁴.

Si s'analitzen els estudis de 8 setmanes de durada amb unes intensitats entorn del 40% d'1RM, s'observen uns increments del 5 al 32% en força màxima i una disminució compresa entre el 2 i el 4,3% en els percentatges de greix corporal^{15,16}. Aquests estudis indiquen que amb programes de curta durada (entre 8 i 12 setmanes) s'aconsegueixen millores significatives en força màxima (entre el 2 i el 42%) i en la composició corporal, concretament en la disminució dels percentatges de greix corporal (fins a un 4,3%)^{5,11,12,17-19}.

Aquest estudi té com a objectiu conèixer els efectes d'un programa alternatiu de força mitjançant un circuit intermitent amb sobrecàrregues, de 8 setmanes de durada, sobre la composició corporal i la força màxima en subjectes experimentats en l'entrenament de musculació.

MÈTODE

Mostra

La mostra estava formada per 8 homes sans ($24,07 \pm 3,12$ anys, $79,7 \pm 7$ kg, $173 \pm 0,2$ cm i $14,50 \pm 2,00$ mesos d'experiència en sala de musculació), les característiques dels quals es poden observar en la taula I. Tots els subjectes van ser informats sobre els procediments, riscos i beneficis de l'estudi, i van signar un informe de consentiment previ al començament. Per seleccionar els subjectes de l'experiment es va fer un mostratge intencional d'opinió, ja que els subjectes havien de complir els requisits següents: ser home jove (20-30 anys), no presentar cap tipus de patologia o lesió incompatible amb els entrenaments i ser considerat expert en treball de musculació, que segons Carpenilli et al²⁰ són els que mobilitzen més del 100% del seu pes corporal en l'exercici de pressió sobre banc i de més del 130% en l'exercici de pressió de cames, i amb una experiència en l'entrenament amb sobrecàrregues superior a un any.

Taula I Característiques dels individus de la mostra

Subjectes	Edat (anys)	Pes (kg)	Talla (m)	IMC	Experiència (mesos)
8	$24,07 \pm 3,12$		$77,96 \pm 7,5$	$1,73 \pm 0,2$	$25,82 \pm 2,47$
					$14,50 \pm 2,00$

IMC: índex de massa corporal.

D'altra banda, els criteris o factors d'exclusió de l'estudi van ser: consumir qualsevol tipus de suplementació (proteïnes, creatina, L-carnitina, hidrats de carboni, aminoàcids) o substàncies dopants relacionades amb el rendiment físic (esteroides, hormones), fer una altra activitat física que pogués influenciar els resultats de l'estudi, no respectar les pautes d'entrenament establertes en l'estudi i faltar a dues o més sessions d'entrenament.

Procediment

Els subjectes de l'experiment van ser sotmesos a valoració inicial, programa d'entrenament de 8 setmanes de durada i valoració final. L'avaluació inicial es va dur a terme durant la setmana prèvia al començament de l'estudi, en què van passar una valoració antropomètrica, un test d'aproximació d'una repetició màxima (FM) de cadascun dels exercicis de musculació que posteriorment s'executaven en l'entrenament experimental i un test de resistència muscular local.

Es va fer una valoració antropomètrica a través d'un avaluador experimentat (nivell I de cineantropometria de la ISAK). Totes les proves es van fer a les 8.30 h del matí en un lloc ampli i amb temperatura de 18-20 °C. Els instruments van ser calibrats abans de començar els mesuraments, i tots els mesuraments es van prendre al costat dret malgrat que no fos el dominant de l'esportista. Abans de començar amb els mesuraments es van marcar amb llapis dermogràfic els punts anatòmics que van servir de referència, i els instruments de mesurament es van manipular amb la mà dreta. En l'enregistrament dels mesuraments antropomètrics (massa corporal i altura) i els corresponents al càlcul del percentatge de greix corporal, es va seguir el protocol proposat pel Grupo Español de Cineantropometría (GREC)²¹ seguint la tàctica de Rose i Guimares. La talla es va obtenir mesurant els subjectes descalços, dempeus, amb els talons, els glutis i l'espatlla en contacte amb la paret, amb el tallímetre model Seca (Seca Ltd., Alemanya). Quant al pes, amb els peus descalços i amb roba d'esport o interior, els esportistes es van col·locar drets sobre la bàscula elèctrica model Seca (Seca Ltd., Alemanya). Es van obtenir els plecs cutanis: tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinós, abdominal, cuixa frontal i cama medial, amb mesuraments triples a través del plicòmetre Holtain Skinfold Caliper. Els perímetres corporals valorats van ser el braç relaxat, braç contret, cintura, maluc i cama, i es van mesurar per triplicat utilitzant la cinta mètrica inextensible mil·limetrada de fibra de vidre Holtain. Els diàmetres valorats van ser: biestiloide, biepicòndil de l'húmer i bicòndil del fèmur, i es van mesurar triplement amb el paquímetre

Holtain. Les dades van ser introduïdes en una plantilla d'Excel elaborada per la ISAK, que va calcular directament els percentatges de greix, massa muscular, massa residual i massa òssia.

Tot seguit, el mateix dia, es va fer una prova d'RM per a 5 dels 10 exercicis del test. Però abans, els subjectes feien un petit escalfament d'exercici cardiovascular de 5 min de durada, més un escalfament específic del grup muscular objecte del test. Havien d'executar 3 sèries d'escalfament prèviament al test màxim. La primera sèrie constava de 12 repeticions amb una càrrega baixa, la qual podien mobilitzar amb facilitat almenys 20 vegades. Una segona sèrie amb una càrrega més gran, en què poguessin executar 12-14 repeticions, per a 8 repeticions. I una tercera sèrie amb una càrrega elevada, en què poguessin mobilitzar la càrrega almenys 6 vegades, tot mobilitzant-se 4 repeticions. Després es va fer el test d'RM amb una càrrega que el subjecte no pogués desplaçar més de 4 vegades. Entre la sèrie 1 i la 2, i la sèrie 2 i la 3, es va mantenir una recuperació de 2 min. Entre la sèrie 3 i el test d'RM, es va mantenir una recuperació de 3 min.

Després de 48 h de recuperació, es va fer un test d'RM dels 5 exercicis que restaven, tot respectant exactament el mateix protocol. Una vegada obtingudes les RM de cada exercici, es va calcular el 60% d'1RM de l'exercici de pressió sobre banc horitzontal amb barra i es va dur a terme l'avaluació de la resistència muscular local en l'exercici esmentat, per a la qual cosa es va demanar que l'executant fes tantes repeticions correctes com li fossin possibles fins a arribar a la fallada muscular.

Protocol d'entrenament

A partir d'aquest moment, els subjectes van seguir un protocol d'entrenament de força usant el mètode "circuit intermitent amb sobrecàrregues" al llarg de 8 setmanes, en les quals es van haver d'exercitar 3 vegades per setmana, en dies alterns (48 h de recuperació). Aquest mètode "híbrid" es pot definir com la unió de l'entrenament en circuit o *circuit weight-training* creat per Morgan i Adamson el 1952^{19,22} i l'entrenament intermitent creat per Astrand en la dècada dels seixanta²³. L'entrenament va consistir en la realització d'un gran volum de treball amb 4 exercicis de musculació de caràcter global. Els subjectes duien a terme 3 repeticions de cada exercici, amb una durada aproximada de 8 s de treball muscular, seguint la mateixa estructura de treball continuat que l'entrenament en circuit, però utilitzant una micropausa de 10 s. Per tant, es va donar un ràtio d'1:1,2 (8 s de treball muscular i 10 s recuperació). Segons la planificació, les càrregues van ser calculades sobre el 62% d'1RM de cada subjecte i, tal com es va desenvolupar el pro-

grama d'entrenament, van evolucionar fins al 72% d'RM. El volum d'entrenament va començar amb 24 sèries i va augmentar fins a arribar a un màxim de 36 sèries. La durada de l'entrenament va ser de 30 min inicialment i va evolucionar al final del programa a 42 min de durada.

Durant el programa d'entrenament de força es va controlar la ingesta calòrica de cada subjecte, a través d'un diari nutricional en el qual els subjectes de l'experiment anotaven el tipus d'ingesta que feien al llarg del dia, així com les quantitats ingerides de cada aliment, a fi de conèixer la quantitat de calories ingerides per cadascú.

Una vegada finalitzades les 8 setmanes d'entrenament, va venir la valoració final, que va consistir en una valoració antropomètrica i el càlcul d'1RM seguint els mateixos protocols que en la valoració inicial de l'estudi.

Per a l'anàlisi de les dades es va utilitzar el paquet informàtic SPSS versió 14.0. Es va fer una prova no paramètrica de Wilcoxon per a 2 variables relacionades a fi de conèixer diferències significatives entre els resultats pretest i posttest de cadascuna de les variables objecte d'estudi i es va mantenir com a valor significatiu $p < 0,05$. Alhora es va analitzar la variància de mesuraments repetits per veure l'efecte del temps en una variable, tot establint significació estadística quan $p < 0,05$.

RESULTATS

La taula II mostra les millores obtingudes pel grup de subjectes en composició corporal després de les 8 setmanes d'en-

entrenament. S'hi descriuen les adaptacions en la massa muscular (+2,66%), pes (-2,04%), massa de greix (-1,4%) i de greix corporal (-9,46%).

En la taula III s'observa la ingesta calòrica de cada individu al llarg de les 8 setmanes de durada del programa experimental.

La taula IV fa referència a les millores produïdes per l'entrenament sobre la força màxima (3,61-21,31%) i el test de resistència muscular local (11,42%).

DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts mostren que 8 setmanes d'entrenament de la força utilitzant aquest mètode d'entrenament en circuit intermitent amb sobrecàrregues tenen un efecte eficaç quant a la força màxima, la resistència muscular local i la composició corporal dels 8 subjectes experts seleccionats.

Respecte dels paràmetres antropomètrics, s'hi observa un descens del pes corporal del 2,04%, la qual cosa concorda amb altres estudis que valoren els canvis en aquest criteri usant mètodes d'entrenament en circuit^{10,13,15,16,24}. En la composició corporal, dos dels paràmetres que criden més l'atenció són el percentatge de greix corporal i el percentatge de massa muscular. L'increment observat en la massa muscular està entorn del 2,66%, mentre que la massa de greix davalla entorn de l'1,4%. Ambdós valors no resulten estadísticament significatius, possiblement pels petits valors d'interval a causa de la dimensió reduïda de la mostra, però sí dona una orientació positiva de

Taula II Resultats pretest i posttest de composició corporal

	Pretest	Posttest	Variació (%)	Significació
Pes	78,71 ± 7,3 kg	77,10 ± 6,5 kg	-2,04	*
Greix (%)	18,06 ± 3,6 %	16,35 ± 3,6 %	-9,46	*
Massa de greix	14,28 ± 4,28 kg	14,08 ± 4,04 kg	-1,4	NS
Massa muscular	35,59 ± 2,24 kg	36,54 ± 2,5 kg	+2,66	NS

*Canvi significatiu $p < 0,05$; NS: canvi no significatiu ($p > 0,05$); +: augment; -: disminució.

Taula III Ingesta calòrica durant el programa d'entrenament

Subjectes	Setmana 1 i 2 (kcal)	Setmana 3 i 4 (kcal)	Setmana 5 i 6 (kcal)	Setmana 7 i 8 (kcal)
n = 8	2.775,00 ± 173,20	2.857,08 ± 142,59	2.956,66 ± 175,51*	2.833,67 ± 208,80

*Canvi significatiu en les setmanes 5 i 6 respecte de la setmana 1 i 2.

Taula IV Resultats i millores en pretest i posttest d'IRM i el test de resistència muscular local

Exercici	Pretest (kg)	Posttest (kg)	Variació (%)	Significació
Pressió banc horitzontal	92,67 ± 8,21	96,52 ± 7,14	+ 4,15	*
Pressió banc declinat	93,91 ± 8,24	98,22 ± 7,35	+ 6,43	NS
Pressió banc inclinat	80,75 ± 8,77	85,95 ± 9,36	+ 4,58	NS
Pressió inclinada	243,52 ± 32,8	294,55 ± 51,09	+ 20,95	*
Gatzoneta multipower	83,71 ± 19,4	101,55 ± 21,86	+ 21,31	*
Estirada frontal neutra	104,97 ± 14,91	109,02 ± 15,50	+ 3,85	NS
Rem màquina	110,74 ± 14,69	117,78 ± 18,29	+ 6,35	NS
Curl bíceps barra Z	51,14 ± 5,69	53,03 ± 4,95	+ 3,69	*
Extensions colze politja alta	87,81 ± 4,71	90,98 ± 6,97	+ 3,61	NS
Rem vertical barra EZ	49,51 ± 4,52	51,88 ± 3,95	+ 4,78	*
Resistència muscular local	20,71 ± 2,2 rep.	23,12 ± 1,64 rep.	+ 11,42	*

*Canvi significatiu, $p < 0,05$; NS: canvi no significatiu; rep.: repeticions fetes.

l'eficàcia d'aquests paràmetres en aquest mètode d'entrenament. En el que sí que apareix una millora significativa és en el percentatge de greix corporal, el qual obté una millora de 9,46%. Aquests valors superen els resultats obtinguts per altres autors quant a l'entrenament en circuit (*circuit weight-training*), els quals obtenen unes disminucions compreses entre el 0,38% i el 4,3%^{10,11,13,16-19,22,25}.

Aquestes clares millores es poden produir per diversos motius. La ingesta calòrica va ser controlada, i malgrat que l'objectiu només era conèixer el nivell de calories que s'ingerien en el transcurs de l'estudi, sí que podria haver influït en els subjectes com a motivació. No obstant això, es va observar que els increments de la ingesta calòrica coincidien amb els increments en la càrrega d'entrenament, la qual cosa dona més validesa a aquests resultats. De fet, la millora tan pronunciada en aquestes dades pot venir donada pel tipus d'entrenament, ja que aquest circuit intermitent amb sobrecàrregues produeix una demanda de greix com a font d'energia². En tractar-se d'un tipus d'entrenament de força amb temps de treball i de pausa més petits, que posa de manifest una exigència cardíaca més elevada, i una durada compresa de 30 i 42 min, amb una intensitat moderada, resulta lògic pensar que s'està produint aquesta demanda de greix com a substrat energètic.

Els percentatges de millora en el greix corporal dels estudis analitzats eren per a mostres desentrenades, tot marcant en aquest estudi una diferència bastant acusada, fet que podria tenir com a causa la gran càrrega d'entrenament quant a inten-

sitat i volum d'entrenament, arran de l'expertesa dels subjectes de la mostra i la implicació dels grups musculars que es posen en funcionament. Això, juntament amb el fet de ser un treball continuat en què es busca una estabilització de la freqüència cardíaca de treball, fa que la despesa calòrica de l'entrenament es pugui preveure elevada. Tanmateix, caldria fer una anàlisi de l'energia requerida per l'entrenament i l'energia ingerida pels subjectes de l'experiment, a fi d'obtenir unes dades molt més ajustades.

Altres adaptacions d'interès són les relacionades amb l'increment de la força i la resistència muscular local. Si bé el desenvolupament i el guany de la força s'han produït amb mètodes d'entrenaments estrictament de força, també es poden obtenir guanys en aquesta capacitat utilitzant mètodes combinats de força i resistència²⁶. L'entrenament en circuit amb sobrecàrregues (*circuit weight-training*) ha demostrat produir grans beneficis en aquesta capacitat, tot obtenint-hi millores d'entre el 15 i el 42%¹¹⁻¹³. Si bé aquestes millores són semblants i fins i tot superiors a les obtingudes pel nostre mètode d'entrenament (entre el 3,61 i el 21,31%), cal remarcar que la mostra seleccionada pels autors abans esmentats no posseïa cap tipus d'experiència en l'entrenament amb sobrecàrregues.

Ja és sabut que la força muscular en homes i dones sans, prèviament desentrenats, pot augmentar sempre que les càrregues d'entrenament superin suficientment les activitats normals diàries d'un múscul concret²⁷; per tant, qualsevol mètode que utilitzi sobrecàrregues que superin aquesta intensitat pot

provocar grans millores en la força dels subjectes desentrenats. Càrregues properes al 50% d'1RM produeixen millores en la força màxima en persones desentrenades, però subjectes que ja tenen un cert nivell de pràctica en l'entrenament amb sobrecàrrega necessiten intensitats superiors (> 60% d'1RM) per obtenir adaptacions significatives²⁸. Ara bé, la mostra seleccionada per a aquest estudi es va considerar d'experts en aquesta mena d'entrenament²⁰, per la qual cosa les adaptacions obtingudes criden l'atenció, ja que els subjectes estaven acostumats a l'aïecament de càrregues més elevades.

Potser una de les explicacions derivada d'aquestes adaptacions podria ser que després del programa experimental, els subjectes van entrenar 3 sessions per setmana els mateixos grups musculars, per la qual cosa van triplicar el nombre d'entrenaments acostumats. A causa d'aquest canvi en els seus entrenaments, les millores després de les 8 setmanes de programa experimental es van produir amb la utilització de càrregues moderades.

Per últim, es mostren increments significatius quant a la resistència muscular local entorn del 11,42% (taula III). Aquesta millora és una mica més evident que la millora quant a la força dinàmica màxima, ja que consisteix a executar el nombre més elevat de repeticions a una intensitat del 60%, estant la

intensitat desenvolupada al llarg del programa d'entrenament entorn d'aquest valor. És lògic pensar que hi hagi adaptacions a nivell muscular, tendinós, lligamentós i articular per respondre a les demandes d'un entrenament en què el treball muscular és constant, pel fet que els 4 exercicis es repeteixen entre 24 i 36 vegades al llarg d'una mateixa sessió, amb la qual cosa no sols l'exigència cardíaca és evident, sinó també la muscular. Per bé que no hi ha dades sobre aquest mètode d'entrenament, perquè és inèdit, sí se sap prou bé que aquest tipus d'adaptacions musculars es produeixen en programes d'entrenament en circuit^{11,12}.

CONCLUSIONS

L'entrenament en circuit intermitent amb sobrecàrregues de 8 setmanes de durada ofereix adaptacions de composició corporal, de força màxima i de resistència muscular local en subjectes entrenats en musculació.

L'entrenament en circuit intermitent pot resultar un mètode alternatiu i eficaç per produir millores en la composició corporal a través d'exercicis amb sobrecàrregues, per la qual cosa cal fer més estudis amb mostres més àmplies i poblacions diferents.

Bibliografia

1. Brandenburg J, Docherty D. The effect of training volume on the acute response and adaptations to resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2006;1:108-21.
2. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer W, Hakkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *J Strength Cond Res*. 2005;19:572-82.
3. Jonathan P, Williams F, Williams AG. The adaptations to strength training morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*. 2007;37:145-68.
4. Becerro M. Entrenamiento de fuerza para todos. *Federación Internacional de Halterofilia*. 2000.
5. Warburton DE, Gledhill N, Quinney A. Musculoskeletal fitness and health. *Can J Appl Physiol*. 2001;26:217-37.
6. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness a review of the acute programme variables. *Sports Medicine*. 2005;35:841-51.
7. Sakamoto A, Sinclair P. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *J Strength Cond Res*. 2006;20:523-7.
8. Spreuwenberg L, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *J Strength Cond Res*. 2006;20:141-4.
9. Wolfe BL, LeMura LM, Cole P. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J Strength Cond Res*. 2004;18:35-47.
10. Gettman LR, Ward P, Hagan RD. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Medicine Science Sports Exercise*. 1982;14:229-34.
11. Kaikkonen H, Yrjama M, Siljander E, Byman P, Laukkamen R. The effects of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2000;10:211-5.
12. Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith JC, Weiss LW. Skeletal muscles and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14:176-85.

13. Mosher PE, Underwood SA, Ferguson MA, Arnold RO. Effects of 12 weeks of aerobic circuit training on aerobic capacity, muscular strength and body composition in collage-women. *J Strength Cond Res.* 1994;8:144-8.
14. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, et al. Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Medicine Science Sports.* 1978;10:79-84.
15. Garbutt G, Boocock MG, Reilly T, Troup DG. Physiological and spinal responses to circuit weight training. 1994; 4:46-9.
16. Gettman LR, Pollock ML. Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *Physician & Sports Medicine.* 1981;9:44-9.
17. Gotshalk L, Berger R, Kraemer W. Cardiovascular responses to high-volume continuous circuit resistance training protocol. *J Strength Cond Res.* 2004;18:760-4.
18. Halton RW, Kraemer RR, Sloan A, Hebert EP, Frank K, Trniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess post exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:1613:8.
19. Tous J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo; 1999.
20. Carpinelli R, Otto R, Winett R. A critical analysis of the ACSM Position Stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. *Journal of Exercise Physiology online.* 2004;7:3.
21. Esparza, F. Manual de cineantropometría. Monografías Femed. 1993.
22. Colado JC. Fitness en la sala de musculación. Barcelona: Inde; 1996.
23. Astrand I, Astrand PO, Christensen EH, et al. Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand.* 1960;48:448-53.
24. Harris KA, Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19:246-52.
25. McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak MA, Vailas AC. Compatibility of adaptative responses with combining strength and endurance training. *Medicine Science & Sports Exercise.* 1995;27:429-36.
26. Warburton DE, Gledhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol.* 2001;26:161-216.
27. Häkkinen K. Adaptación neuromuscular al entrenamiento de la fuerza en hombres y mujeres. Resúmenes del 1.º Simposio Internacional de Fuerza y Potencia relacionadas con los Deportes, la actividad Física, el Fitness y la Rehabilitación. 2000.
28. Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy population. *Sports Medicine.* 2001;31:953-64.