



Comparació de l'eficàcia de tres tipus d'entrenament de força: autocàrregues, màquines de musculació i pes lliure

Pablo Prieto-González^{1*}  & Jaromir Sedlacek² 

¹Prince Sultan University, Riad (Aràbia Saudita).

²University of Prešov, Prešov (Eslovàquia).



Citació

Prieto-González, P. & Sedlacek, J. (2021). Comparison of the Efficacy of Three Types of Strength Training: Isometrics, Weight Training Machines and Free Weights. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 9-16. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.02)

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Pablo Prieto González
pabloccjb@gmail.com

Secció:

Entrenament esportiu

Idioma de l'original:

Castellà

Rebut

10 de novembre de 2020

Acceptat:

3 de març de 2021

Publicat:

1 de juliol de 2020

Coberta:

Maialen Chourraut (ESP)
competint als Jocs Olímpics
de Rio de Janeiro (2016),
estadi Whitewater.
Semifinal de caiaç
femení (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Resum

L'objectiu d'aquest estudi va ser verificar quina metodologia és més eficaç en la millora de variables antropomètriques i de força: un entrenament amb pes lliure, amb màquines de musculació o amb autocàrregues. 33 estudiants universitaris homes van dur a terme un entrenament de força dues vegades per setmana, durant vuit setmanes, dividits en tres grups d'entrenament: autocàrregues (GEAC), màquines de musculació (GEMM) i pes lliure (GEPL). Es van avaluar les variables següents: índex de massa corporal (IMC), teixit magre (TM), percentatge de greix (% greix), esquat amb salt (ES), esquat amb contramoviment (ECM), aixecament de banca (AB), esquat (E), força màxima relativa en aixecament de banca (FMR AB) i força màxima relativa en esquat (FMR E). No es van registrar millores significatives en les variables antropomètriques i de força del GEAC. Al GEMM es van produir millores significatives en el % greix i en els nivells de força, mentre que al GEPL va haver-hi millores significatives en el % greix, en el TM i en els nivells de força. Així mateix, el GEPL va obtenir millores significatives respecte al GEMM en els tests següents: SS, AB, E, FMR AB i FMR E. Un entrenament de força de vuit setmanes aplicat a homes en edat universitària va ser més eficaç a l'hora d'incrementar la força i el teixit magre realitzant-lo amb pes lliure que fent-ho amb màquines de musculació. La utilització d'autocàrregues no va generar millores cineantropomètriques ni de força. No obstant això, en aquest últim cas, no es pot descartar totalment que l'absència d'adaptacions es degui a les dificultats per quantificar la intensitat de la càrrega.

Paraules clau: autocàrregues, força, màquines de musculació, pes lliure.

Introducció

L'entrenament de força genera múltiples beneficis, entre els quals cal destacar: la millora del rendiment motor, del rendiment esportiu, de l'autoimatge, de les condicions de salut i qualitat de vida, i la prevenció de patologies i malalties (Copeland et al., 2019; Ruiz, 2008; Seguin et al., 2013). A causa de la seva importància, la comunitat científica s'ha interessat per l'estudi dels diferents factors que condicionen les millores comentades prèviament. Associacions com la National Strength and Conditioning Association, l'American College of Sports Medicine, la International Strength Training Association, l'American Heart Association i l'American Medical Society for Sports Medicine publiquen regularment informes que recullen recomanacions relatives al desenvolupament d'aquesta capacitat. A més, posen de relleu la gran importància que té tant en el context de l'esport com en el de la salut. Però, així i tot, a vegades la planificació de l'entrenament de força s'allunya dels plantejaments científics i sovint respon a falsos mites, modes passatgeres o filosofies apassionades (López-Miñarro, 2002). Així, es genera certa confusió entre les persones que realitzen treballs de força, que sovint desconeixen quina és la manera més eficaç d'entrenar per aconseguir els seus objectius.

En aquest sentit, les últimes dècades hem pogut comprovar que el tipus de resistències emprades en els entrenaments de força s'ha diversificat considerablement. Als mitjans tradicionals (barres, manuelles, bandes elàstiques, màquines de musculació i pilotes medicinals) s'hi han sumat elements nous com màquines vibratòries, superfícies inestables, bandes TRX® o pesos russos (Lloyd et al., 2014; Raya-González i Sánchez-Sánchez, 2018). Paral·lelament, els tipus d'activitats físiques més utilitzades per al desenvolupament de la força també han variat any rere any. Fins a l'any 2013, l'entrenament de força amb autocàrregues no es trobava entre les 20 activitats més practicades mundialment en l'àmbit del fitnes (Thompson, 2014). No obstant això, el 2015 va ser la més practicada, per davant del HIIT (entrenament intervàlic d'alta intensitat), d'entre els programes d'entrenament duts a terme sota la supervisió de professionals qualificats, els entrenaments de força convencionals i els entrenaments personalitzats, que van ser respectivament la segona, tercera, quarta i cinquena activitat més practicades aquell mateix any (Thompson, 2017). En cadascuna d'aquestes activitats s'empren diferents resistències i rangs de moviment. No obstant això, i malgrat que aquesta qüestió genera un gran debat en l'àmbit de l'activitat física i l'esport, encara no s'ha abordat en profunditat quina és la que proporciona millors resultats (Schwanbeck, 2018).

En l'entrenament amb autocàrregues, s'utilitza el cos com a resistència per fer treballs en contra de la força de la gravetat. Els partidaris d'aquesta metodologia defensen

que permet adaptar els exercicis a les característiques antropomètriques de cada individu, de manera que és possible aconseguir més individualització. També argumenten que, pel fet que els moviments es realitzen en cadena tancada, s'afavoreix la participació de diversos grups musculars en cada exercici. Una altra virtut atribuïda a les autocàrregues és l'efectivitat en la millora de la força relativa, l'equilibri i el control postural. En canvi, el principal desavantatge que se'ls atribueix és la dificultat per quantificar la càrrega de treball (Harrison, 2010).

Les màquines de musculació ofereixen els avantatges següents: proporcionen més seguretat a l'executant, permeten l'aprenentatge dels diferents exercicis de musculació amb facilitat i és possible canviar la càrrega de treball amb molta rapidesa. Entre els desavantatges, podem destacar que no s'adapten a les característiques antropomètriques de tots els individus i que no permeten assolir una gran activació neuromuscular, ja que estableixen i guien els moviments que l'executant realitza (American College of Sports Medicine, 2009).

Finalment, els entrenaments amb pes lliure permeten més varietat de moviments i tenen més funcionalitat que les màquines de musculació, ja que possibiliten reproduir tasques tant de la vida quotidiana com gestos esportius. A més, l'equipament requerit és econòmic. Tot això redunda en una adherència més gran a l'entrenament de força. L'estimulació de la musculatura estabilitzadora és més forta quan es treballa amb pes lliure que quan s'utilitzen màquines de musculació. Com a contrapartida, cal ressenyar que una execució tècnica d'exercicis amb pes lliure correcta implica un cert grau de dificultat, de manera que requereixen més temps d'aprenentatge (American College of Sports Medicine, 2009).

Per tant, tenint en compte que *a priori* els diferents tipus de resistència emprats per entrenar la força presenten tant pros com contres, és necessari conèixer quin és més eficaç. D'aquesta manera, l'objectiu del present estudi va ser determinar quin d'aquests tres entrenaments millora més els nivells de força i els paràmetres cineantropomètrics: un entrenament amb autocàrregues, un entrenament amb màquines de musculació o un entrenament amb pes lliure.

Metodologia

Participants

33 estudiants universitaris de sexe masculí [edat: 20.52 (1.45); alçada: 176.51 (5.23); massa corporal: 74.37 (4.95); IMC: 23.93 (1.37)] van ser seleccionats per participar en el present estudi. Cap dels participants tenia experiència en l'entrenament de força ni practicava activitats físicoesportives

de forma estructurada. Tampoc patien lesions o malalties que els impedissin realitzar els tests i els protocols d'entrenament amb normalitat. En una sessió teòrica inicial prèvia a l'inici de l'estudi, els participants van rebre informació relativa als objectius, procediments i característiques de l'estudi. També els van explicar els beneficis i riscos derivats de la seva inclusió a l'estudi. Se'ls va exigir que no modifiquessin la dieta ni els hàbits de pràctica d'activitat físicoesportiva durant la recerca. També se'ls va indicar que evitessin realitzar exercici físic intens 72 hores abans d'executar les proves incloses en la pre i la postintervenció i que no ingerissin cafeïna 24 hores abans d'aquestes proves. La present investigació es va fer respectant els principis ètics recollits en la declaració d'Hèlsinki i va comptar amb l'aprovació de la Junta de Revisió Institucional del Comitè de Bioètica de la Universitat Prince Sultan de Riad (Aràbia Saudita).

Instruments

Es va aplicar la mateixa bateria de proves una setmana abans i una setmana després del període d'intervenció. En tots dos casos, els mesuraments van ser:

Avaluació cineantropomètrica. La massa corporal (MC), l'alçada i l'índex de massa corporal (IMC) es van mesurar utilitzant una bàscula Seca Digital Column Scale (Hamburg, Alemanya). L'MC es va registrar amb una precisió de 0.1 kg i l'alçada amb una precisió de 0.1 cm. Els mesuraments es van fer amb els individus descalços i els va dur a terme un sol investigador. El percentatge de greix corporal (% greix) es va calcular mitjançant la fórmula següent: $\% \text{ greix} = [(\sum \text{dels plecs abdominal, suprailíac, subescapular, tricípital, quadricípital i peroneal}) \cdot 143] + 4.56$; (González et al., 2006). Per mesurar els plecs cutanis es va utilitzar un adipòmetre Harpenden, model FG1056 (Sussex, Regne Unit). El teixit magre (TM) es va calcular mitjançant la fórmula següent: $TM = \text{massa total (kg)} - \text{massa grassa (kg)}$.

Valoració de força. Abans de fer els tests, els participants de l'estudi van realitzar l'escalfament següent: a) fase d'activació, amb cinc minuts d'exercici aeròbic, b) fase de mobilitat musculoesquelètica, amb mobilització de les principals articulacions en ordre cefalocaudal, c) fase d'escalfament específic, amb una sèrie de 10 salts verticals amb contramoviment i sense, i una sèrie de 10 repeticions sense arribar a la fallada muscular en els exercicis d'esquat i aixecament de banca.

A continuació, es va procedir a la valoració de les capacitats següents:

1. Capacitat de salt. Es van utilitzar dos tests: esquat amb salt (ES) i salt amb contramoviment (SCM). Per al mesurament, es va fer servir un dispositiu Optojump (Bozen, Itàlia). A fi d'evitar que les diferències en la tècnica de salt entre els participants poguessin comprometre la validesa dels resultats obtinguts, els individus van situar les mans

als malucs durant l'execució dels tests. Els tests es van fer seguint el protocol de Bosco et al. (1981).

L'ES es va fer partint d'una flexió de genolls de 90° amb el tronc dret. A continuació, l'executant feia una contracció concèntrica de la musculatura extensora del genoll, mantenint el tronc en posició vertical durant la fase de vol. A l'ECM, es partia de la posició de bipedestació. El test es va iniciar amb una flexió de genolls ràpida fins a aconseguir un angle de 90°. Inmediatament després, l'individu feia una contracció concèntrica de la musculatura del genoll, mantenint el tronc en posició vertical. Tots els participants van disposar de dos intents tant en l'ES com en l'ECM, i només se'n va registrar la millor marca obtinguda.

2. Força màxima. Es van fer dos tests: esquat (E) i aixecament de banca (AB). L'E es va utilitzar per mesurar la força màxima del tren inferior. Es va fer servir una barra olímpica i discos olímpics. Des de la posició de bipedestació, els executants van situar la barra olímpica a les fibres superiors del múscul trapezi, amb els peus separats a l'amplària de les espatlles. A continuació, se'ls va demanar que flexionessin els genolls fins que les cuixes es trobessin paral·leles a terra. Posteriorment, havien de retornar a la posició inicial. L'AB es va utilitzar per mesurar la força màxima del tren superior. Per dur a terme el test, els individus es van col·locar en posició de decúbit supí en un banc d'aixecament de banca Hammer Strength, amb el cap i els malucs en posició neutra. A continuació, se'ls va indicar que agafessin la barra a l'amplària de les espatlles. Partint d'aquesta posició i amb els colzes estesos, la barra havia de descendir fins a contactar amb el pit i ascendir posteriorment fins a aconseguir la posició inicial (National Strength and Conditioning Association, 2017). Tant en l'esquat com en l'aixecament de banca, es va registrar el millor resultat de dos intents. Atès que els subjectes no tenien experiència en l'entrenament de força, el càlcul de l'1RM es va fer mitjançant l'ús de la fórmula de Lander (Felipe et al., 2013). Els dos tests es van fer amb el 80 % de l'1RM estimat de cada individu i només es van registrar les repeticions realitzades correctament.

3. Força màxima relativa. Una vegada determinat l'1RM de cada subjecte en l'esquat i en l'aixecament de banca, es va calcular la seva força relativa en l'aixecament de banca (FMR AB) i en l'esquat (FMR E). Es va utilitzar el coeficient de Wilks, la fórmula del qual és la següent: $\text{coeficient} = 500/a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5$; sent (en el cas dels homes): $x = MC$ en kg del subjecte; $a = -216.0475144$; $b = 16.2606339$; $c = -.002388645$; $d = -.00113732$; $e = 7.01863E-06$; $f = -1.291E-08$. Aquesta fórmula és un mètode validat per comparar la força relativa de subjectes amb pesos diferents, ja que els multiplicadors de massa corporal afavoreixen les persones de pes lleuger i no tenen en compte les relacions al·lomètriques (García-Manso et al., 2010).

Procediment

Un cop finalitzat el pretest, els 33 subjectes inclosos a l'estudi es van dividir en tres grups experimentals: grup d'entrenament amb autocàrregues (GEAC), grup d'entrenament amb màquines de musculació (GEMM) i grup d'entrenament amb pes lliure (GEPL). A fi de dotar l'estudi de més validesa interna, d'aconseguir que els grups fossin més homogenis i de reduir la variància intergrup, es va utilitzar el procediment següent per assignar els subjectes a cadascun dels tres grups experimentals: en funció de les marques obtingudes al test d'1RM en esquat, els participants es van dividir en 11 clústers formats per tres individus cadascun. Els subjectes amb les tres millors marques van ser assignats al clúster u, els subjectes amb la quarta, cinquena i sisena marca al clúster dos, i així successivament. Posteriorment, per evitar la influència de possibles variables estranyes no assignades a clústers, cadascun dels tres

membres dels 11 blocs va ser enviat de manera aleatòria a un dels tres diferents grups experimentals.

El procés d'intervenció va tenir una durada de vuit setmanes. El programa va respectar els principis d'entrenament esportiu i les recomanacions establertes per l'American College of Sports Medicine per a l'entrenament de força amb principiants. En resum, es van realitzar tres sèries de cada exercici, de sis a 12 repeticions per sèrie, i el temps de descans va ser d'entre un i dos minuts. A la sessió d'entrenament, els exercicis destinats a enfortir els grups musculars de més grandària van precedir els de menys grandària, i els multiarticulats van precedir els monoarticulats. S'hi van incloure contraccions excèntriques i concèntriques (American College of Sports Medicine, 2009).

Els paràmetres d'entrenament aplicats als tres grups van ser idèntics (Taula 1). En canvi, els exercicis van ser diferents en cadascun dels grups (Taula 2).

Taula 1

Característiques de l'entrenament aplicat als tres grups experimentals.

	Setmanes 1 i 2	Setmanes 3 i 4	Setmanes 5 i 6	Setmanes 7 i 8
Intensitat	62 %	62 % - 67 % - 72 %	72 %	76 %
Sèries	3	3	3	3
Repeticions	12	12 - 10 - 8	8	6
Descans	1'	1' 30"	2	2
Caràcter de l'esforç	Nombre més alt possible de repeticions per sèrie			

Taula 2

Exercicis de força utilitzats en cada un dels tres grups experimentals.

	GEAC	GEMM	GEPL
Flexors de tronc	Elevacions de tronc	Encorbada abdominal en màquina	Elevacions de tronc amb sobrecàrrega
Extensors de tronc	Elevacions de pelvis	Lumbar en màquina	Lumbar en cadira romana amb sobrecàrrega
Cama	Step up i esquat búlgar	Prensa de cames	Tisores amb barra olímpica o lunges
Pectoral	Planxes (mans separades)	Prensa vertical	Prensa amb manuelles
Esquena	Dominades (posició horitzontal, obliqua i vertical), agafada dorsal àmplia	Rem en politja baixa	Rem amb manuelles
Extensors de colze	Fons (mans separades a l'amplada de les espatlles)	Tríceps en màquina	Extensió posterior de braços
Flexors de colze	Dominades (posició horitzontal, obliqua i vertical), agafada palmar a l'amplada de les espatlles	Curl de bíceps en màquina Scott	Curl altern amb manuelles

Nota. GEAC: grup d'entrenament amb autocàrregues; GEMM: grup d'entrenament amb màquines de musculació; GEPL: grup d'entrenament amb pes lliure.

Per determinar la intensitat d'entrenament al GEMM i al GEPL, durant la setmana del pretest es va calcular l'1RM per als exercicis utilitzats en els dos grups mitjançant el test de Lander. Posteriorment, durant el període d'intervenció i per igualar la intensitat d'entrenament dels tres grups, es va utilitzar l'escala OMNI-RES per a entrenaments de força (Robertson et al., 2003). A totes les sessions d'entrenament es va posar atenció al caràcter de l'esforç durant la realització de cada exercici que va ser (igual que la resta de paràmetres d'entrenament) idèntic per als tres grups.

Anàlisi estadística

L'anàlisi dels resultats es va fer amb el programa informàtic IBM SPSS V.22®. Les dades es presenten mitjançant el format mitjana aritmètica (desviació típica). Es va utilitzar la prova de Shapiro-Wilk per contrastar la normalitat de la distribució i la prova de Levene per verificar l'homogeneïtat de variàncies. Per valorar els efectes de l'entrenament, es va fer un ANOVA de dos factors de mesures repetides (ANOVA-MR). Quan es van trobar valors de p significatius, es va dur a terme una anàlisi *post hoc* amb ajust de Bonferroni per identificar les diferències. La mida d'efecte intrasubjecte es va calcular mitjançant la d de Cohen, considerant un valor $d=.2$ com a petit, $d=.5$ mitjà, i $d=.8$ gran. La mida d'efecte intersubjecte es va determinar mitjançant el paràmetre eta quadrat (η^2). Valors d' $\eta^2 = .1, .25, i .40$ van ser considerats respectivament com a mides d'efecte petites, mitjanes i grans (Cohen, 1988). El nivell de significació establert va ser de $p=.05$.

Resultats

No es van observar diferències entre els grups en cap de les variables dependents avaluades abans de l'inici de l'entrenament. L'ANOVA-MR va indicar l'absència d'interacció temps*grup i d'efecte principal de temps en l'MC i en l'IMC. En canvi, es va verificar l'existència d'efecte principal de temps en el TM ($p=.01$; $\eta^2=.247$) i en el % greix ($p=.002$; $\eta^2=.650$). També es va constatar la interacció temps*grup per a les variables següents: ES ($p=.02$; $\eta^2=.325$), ECM ($p=.007$; $\eta^2=.389$), AB ($p=.001$; $\eta^2=.594$), E ($p=.001$; $\eta^2=.58$), FMR AB ($p=.000$; $\eta^2=.564$) i FMR E ($p=.000$; $\eta^2=.547$).

Respecte a les diferències intersubjecte, l'anàlisi *post hoc* va permetre constatar que les millores obtingudes pel GEPL després del procés d'intervenció van ser significativament superiors a les obtingudes pel GEAC en tots els tests de força (ES: $p=.023$; ECM: $p=.003$; AB: $p=.002$; SQ: $p=.035$; FMR AB: $p=.007$; FMR E: $p=.036$). El GEPL també va obtenir millores significativament superiors a les assolides pel GEMM en tots els tests de força, excepte en l'ECM (ES: $p=.014$; AB: $p<.045$; E: $p=.004$; FMR AB: $p<.041$; FMR E: $p<.018$). En canvi, no hi va haver diferències significatives entre les millores assolides pel GEMM i les obtingudes pel GEAC.

Quant a les comparacions intrasubjecte (Taula 3), no es van observar millores significatives al GEAC en cap de les variables analitzades. Al GEMM es van registrar millores significatives en tots els paràmetres de força i en el % greix. Finalment, al GEPL es van constatar augments significatius en tots els mesuraments de força, en el % greix i en el TM.

Taula 3

Canvis registrats en les variables cineantropomètriques i en els nivells de força després d'aplicar els tres protocols d'entrenament.

	Grup	Pretest	Posttest	Cohen d	p
MC	GEAC	74.5 (4.64)	74.3 (4.63)	0.04	.14
	GEMM	74.4 (5.83)	74.5 (5.81)	0.01	.36
	GEPL	74.2 (4.77)	74.5 (4.93)	0.06	.11
IMC	GEAC	23.98 (1.22)	23.95 (0.98)	0.02	.90
	GEMM	23.88 (1.60)	23.78 (1.61)	0.06	.47
	GEPL	23.94 (1.39)	24.03 (1.40)	0.06	.12
TM	GEAC	62.16 (3.42)	62.11 (3.41)	0.01	.52
	GEMM	61.97 (4.23)	62.08 (4.23)	0.02	.62
	GEPL	61.87 (3.35)	62.31 (3.54)	0.12	.02*

Nota. MC: massa corporal; IMC: índex de massa corporal; TM teixit magre; % greix: percentatge de greix; ES: esquat amb salt; ECM: esquat amb contramoviment; AB: aixecament de banca; E: esquat; FMR AB: força màxima relativa en aixecament de banca; FMR E: força màxima relativa en esquat; GEAC: grup d'entrenament amb autocàrregues; GEMM: grup d'entrenament amb màquines de musculació; GEPL: grup d'entrenament amb pes lliure; *: millora significativa entre el pretest i el posttest; +: millora significativa entre el GEPL i el GEAC; #: millora significativa entre el GEPL i el GEMM.

Taula 3 (Continuació)

Canvis registrats en les variables cineantropomètriques i en els nivells de força després d'aplicar els tres protocols d'entrenament.

	Grup	Pretest	Postest	Cohen <i>d</i>	<i>p</i>
% greix	GEAC	16.54 (1.25)	16.39 (1.25)	0.11	.101
	GEMM	16.60 (1.59)	16.38 (1.50)	0.14	.0001*
	GEPL	16.57 (1.41)	16.30 (1.55)	0.18	.0063*
ES	GEAC	31.90 (2.12)	32.46 (1.91)	0.27	.10
	GEMM	31.7 (2.17)	32.6 (2.20)	0.41	.0001*
	GEPL	31.60 (1.90)	33.12 (1.65)	0.85	.0001*+##
ECM	GEAC	35.05 (1.91)	35.63 (1.79)	0.31	.14
	GEMM	34.96 (2.31)	36.58 (2.41)	0.68	.0001*
	GEPL	34.61 (1.88)	37.25 (1.30)	1.63	.0003*+
AB	GEAC	53.40 (6.07)	54.90 (4.02)	0.28	.25
	GEMM	53.1 (6.31)	55.9 (6.67)	0.43	.001*
	GEPL	53.30 (4.08)	60.90 (4.83)	1.69	.000*+##
E	GEAC	82.32 (6.5)	84.57 (7.5)	0.32	.19
	GEMM	82.27 (5.70)	85.87 (5.39)	0.64	.0001*
	GEPL	81.88 (5.50)	91.43 (6.67)	1.56	.0001*+##
FMR AB	GEAC	38.63 (5.78)	39.46 (4.28)	0.16	.41
	GEMM	38.18 (4.88)	40.19 (4.97)	0.41	.002*
	GEPL	38.31 (1.94)	43.72 (2.02)	2.73	.0001*+##
FMR E	GEAC	59.25 (6.39)	60.91 (6.20)	0.26	.18
	GEMM	59.30 (5.17)	61.89 (4.95)	0.51	.0001*
	GEPL	58.89 (2.61)	65.58 (3.03)	2.36	.0001*+##

Nota. MC: massa corporal; IMC: índex de massa corporal; TM teixit magre; % greix: percentatge de greix; ES: esquat amb salt; ECM: esquat amb contramoviment; AB: aixecament de banca; E: esquat; FMR AB: força màxima relativa en aixecament de banca; FMR E: força màxima relativa en esquat; GEAC: grup d'entrenament amb autocàrregues; GEMM: grup d'entrenament amb màquines de musculació; GEPL: grup d'entrenament amb pes lliure; *: millora significativa entre el pretest i el postest; +: millora significativa entre el GEPL i el GEAC; #: millora significativa entre el GEPL i el GEMM.

Discussió

Amb el present estudi s'ha constatat que un entrenament amb autocàrregues de vuit setmanes no genera millores cineantropomètriques. El GEMM va aconseguir reduir el % greix, mentre que el GEPL, a més de disminuir el % greix, també va aconseguir incrementar el teixit magre. D'aquests resultats es desprèn que l'entrenament amb pes lliure és el més eficaç d'entre els utilitzats per aconseguir canvis en la composició corporal. Però atès que les mides d'efecte aconseguides tant pel GEMM com pel GEPL van ser petites, també cal pensar que la consecució de millores substancials en la composició corporal requereix l'aplicació d'entrenaments de força amb una durada sensiblement superior a vuit setmanes.

El GEAC tampoc va obtenir millores significatives en els nivells de força. Aquest resultat concorda amb un estudi realitzat per Martínez i Cuadrado (2003) amb jugadors d'handbol. Aquests autors van demostrar que un entrenament de força tradicional i especialment un altre de combinat (exercicis de força encadenats amb moviments explosius) són eficaços en la millora de la força màxima i la força explosiva, mentre que un entrenament amb autocàrregues no genera millores significatives en cap de les dues manifestacions de força esmentades prèviament. No obstant això, el motiu pel qual l'entrenament amb autocàrregues no és eficaç en la millora de variables de força i cineantropomètriques no és clar. Una de les raons podria ser que, amb aquesta

metodologia, es produeix menys estimulació muscular, tot i que el caràcter de l'esforç és idèntic a l'utilitzat en exercicis amb càrregues. Una altra causa possible seria una funcionalitat més baixa dels exercicis en comparació amb els realitzats amb pes lliure. I això es deu al fet que quan es treballa amb autocàrregues, per graduar la intensitat dels exercicis, cal modificar angles i posicions de treball, de manera que a vegades s'utilitzen posicions menys naturals. Tot i així, no es pot descartar per complet que l'absència d'adaptacions es degui a les dificultats per quantificar la intensitat dels entrenaments fets amb autocàrregues.

Per la seva banda, el GEMM i el GEPL van millorar els resultats en tots els tests de força. A més, l'entrenament amb pes lliure va resultar ser més eficaç que les màquines de musculació a l'hora d'incrementar la força màxima, la força explosiva i la força màxima relativa. Aquests resultats difereixen dels obtinguts per Schwanbeck (2018), en un estudi que també es va dur a terme amb joves en edat universitària, en el qual van trobar que tant les màquines de musculació com els exercicis realitzats amb pes lliure generen increments similars al TM i a la força. En la mateixa línia, l'American College of Sports Medicine (2009) i Fisher et al. (2011), després d'haver realitzat revisions sistemàtiques de diverses recerques de força, van concloure que aquestes dues metodologies generen millores de força semblants.

No obstant això, també existeixen recerques els resultats de les quals concorden amb el present estudi. Wirth et al. (2016) van comparar l'eficàcia d'un entrenament de força del tren inferior mitjançant l'ús de l'esquat i de la premsa de cames. El grup que va entrenar amb esquat va aconseguir millors resultats en l'ES i en l'ECM. Els autors ho atribueixen a una funcionalitat més alta de l'esquat i a la seva similitud amb els tests de salt en relació amb la premsa de cames. Shaner et al. (2014), en una recerca similar, en la qual es van comparar aquests dos mateixos exercicis, van verificar que l'esquat genera una resposta aguda hormonal més alta en l'hormona de creixement, en la testosterona i en cortisol, a més d'una freqüència cardíaca més elevada i una concentració de lactat superior. En una altra investigació prèvia (Shaner 2012) també es va poder comprovar que l'alliberació aguda de testosterona i d'hormona del creixement és superior després de fer esquat que després de la premsa de cames. Però a més dels factors de tipus hormonal, un altre motiu pel qual els entrenaments amb pes lliure podrien ser més eficaços que els executats amb màquines de musculació és que, en els fets amb pes lliure, els requeriments d'estabilització són més elevats, i aquesta circumstància exigeix

una activació muscular més gran (García i Requena, 2011). Fletcher i Bagley (2014) i Schick et al. (2010) assenyalen que l'avantatge de fer l'esquat amb barra en comparació de fer-ho amb la màquina Smith és que els requeriments d'estabilització es produeixen en els tres plans de moviment. D'aquesta manera, s'incrementa la dificultat coordinativa de l'exercici, atès que l'executant ha de controlar la càrrega i el moviment, sincronitzant a més les accions que realitzen un nombre més elevat de músculs fixadors, sinergistes i antagonistes. Aquests autors també destaquen una funcionalitat més alta de l'esquat i entenen que la transferència dels guanys de força assolits amb l'esquat a altres situacions motrius és més factible que quan es treballa amb màquines que estableixen el moviment. En aquest punt hem de recordar que, en el present estudi, per evitar l'efecte aprenentatge, l'exercici de força emprat pel GEPL durant el procés d'intervenció per desenvolupar la força al tren inferior (tisores amb barra o *lunges*) va ser diferent de l'utilitzat en el pretest i en el posttest en els tres grups experimentals per valorar la força a les extremitats inferiors (esquat). I, així i tot, les millores de força obtingudes pel GEPL són significativament superiors a les dels altres dos grups. Per tant, cal interpretar que les tisores també tenen més funcionalitat que la premsa de cames.

En conseqüència, d'acord amb els resultats del present estudi i tenint en compte els estudis previs, entenem que quan l'objectiu de l'entrenament és incrementar la força màxima o la força explosiva s'ha d'optar preferentment per l'ús d'exercicis de pes lliure. Les màquines de musculació també es poden utilitzar, ja que permeten obtenir millores en els nivells de força. Però s'ha de tenir present que diversos estudis coincideixen a assenyalar que aquestes millores podrien ser inferiors a les assolides amb pes lliure. Respecte a les autocàrregues, l'evidència científica actual ens indica que no permeten la consecució de millores significatives en la composició corporal ni en els nivells de força. Per consegüent, haurien de ser utilitzades exclusivament en cas que no existís la possibilitat d'entrenar utilitzant pesos o màquines de musculació. Però, així i tot, es necessiten més estudis que confirmen que els entrenaments amb pes lliure proporcionen millors resultats que els treballs amb màquines de musculació i que aquests últims són més eficaços que les autocàrregues.

Per finalitzar, cal esmentar que la principal limitació de l'estudi va ser la reduïda mida mostral. Haver comptat amb un nombre més elevat de participants hauria conferit a la present recerca més potència estadística.

Conclusió

Un entrenament de força de vuit setmanes, aplicat a homes en edat universitària, va ser més eficaç a l'hora d'incrementar la força i el teixit magre realitzant-lo amb pes lliure que fent-ho amb màquines de musculació. L'ús d'autocàrregues no va generar millores cineantropomètriques ni dels nivells de força. No obstant això, en aquest últim cas, no es pot descartar per complet que l'absència d'adaptacions es degui a les dificultats per quantificar la intensitat de la càrrega.

Referències

- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Bosco, C., Komi, P. V. & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta physiologica Scandinavica*, 111(2), 135-140.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Edition). Hillsdale; NJ Erlbaum.
- Copeland, J.L., Good, J. & Dogra, S. (2019). Strength training is associated with better functional fitness and perceived healthy aging among physically active older adults: a cross-sectional analysis of the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Aging Clinical and Experimental Research*, 31(9), 1257-1263. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-1079-6>
- Felipe, P., Avella, R.E. & Medellín, J.P. (2013). Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, (Argentina) Año 17*, (176). Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd176/la-fuerza-dinamica-maxima-en-press-banco-plano.htm>
- Fisher, J., Steele, J., Bruce-Low, S. & Smith, D. (2011). Evidence-Based Resistance Training Recommendations. *Medicina Sportiva*, 15, 147-162. <https://doi.org/10.2478/v10036-011-0025-x>
- Fletcher, I.M. & Bagley, A. (2014). Changing the stability conditions in a back squat: The effect on maximum load lifted and erector spinae muscle activity. *Sports biomechanics*, 13(4), 380-390. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.982697>
- García-Manso, J.M., Martín-González, J.M. & Da Silva-Grigoletto, M.E. (2010). Aparición de leyes de potencia en el deporte. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3(1), 23-28.
- García, I. & Requena, B. (2011). Repetition Maximum Squat: Measurement Procedures for Determining Factors. *Apunts Educación Física y Deportes*, 104, 96-105. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2011/2\).104.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2011/2).104.10)
- González, J., Sánchez, P. & Mataix, J. (2006). Valoración del estado nutricional. En J. González, P. Sánchez & J. Mataix (Eds.), *Nutrición en el deporte y ayudas ergogénicas y dopaje* (p. 273). Editorial Díaz de Santos.
- Harrison, J.S. (2010). Bodyweight Training: A Return To Basics. *Strength and Conditioning Journal*, 32(2), 52-55. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181d5575c>
- López-Miñarro, P.A. (2002). Conceptualización de mito, falsa creencia y práctica errónea. En P.A. López-Miñarro (Eds.), *Mitos y falsas creencias en la práctica deportiva* (pp. 15-24). Barcelona: Inde.
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A. & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British journal of sports medicine*, 48(7), 498-505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Martínez, I. & Cuadrado, G. (2003). *Estudio de la influencia en los factores de rendimiento del balonmano de distintos métodos del trabajo de la fuerza* (tesis doctoral inédita). Universidad de León, León.
- National Strength and Conditioning Association. (2017). NSCA Strength and Conditioning Professional Standards and Guidelines. *Strength & Conditioning Journal*, 39(6), 1-24. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000348>
- Raya-González, J. & Sánchez-Sánchez, J. (2018). Strength Training Methods for Improving Actions in Football. *Apunts Educación Física y Deportes*, 132, 72-93. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/2\).132.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/2).132.06)
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(2), 333-341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Ruiz, J. (2008). *La condición física como determinante de salud en personas jóvenes* (tesis doctoral inédita). Universidad de Granada, Granada.
- Schick, E.E., Coburn, J.W., Brown, L.E., Judelson, D.A., Khamoui, A.V., Tran, T.T. & Uribe, B.P. (2010). A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(3), 779-84. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc2237>
- Schwanbeck, S.R. (2018). *The Effects of Training with Free Weights or Machines on Muscle Mass, Strength, and Testosterone and Cortisol Levels* (tesis doctoral inédita). Universidad de Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Seguin, R.A., Eldridge, G., Lynch, W. & Paul, L.C. (2013). Strength Training Improves Body Image and Physical Activity Behaviors Among Midlife and Older Rural Women. *Journal of Extension*, 51(4).
- Shaner, A.A. (2012). *Hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise* (tesis de maestría). Universidad del Norte de Texas, Texas.
- Shaner, A.A., Vingren, J.L., Hatfield, D.L., Budnar, R.G., Duplanty, A.A. & Hill, D.W. (2014). The acute hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning*, 28(4), 1032-1040. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000317>
- Thompson, W.R. (2014). Worldwide survey of fitness trends for 2015: What's driving the market. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(6), 8-17. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000073>
- Thompson, W.R. (2017). Worldwide survey of fitness trends for 2018 The CREP Edition Apply It. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 21(6), 10-19. <https://doi.org/10.1249/FIT.00000000000000438>
- Wirth, K., Keiner, M., Hartmann, H., Sander, A. & Mickel, C. (2016). Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. *The Journal of Human Kinetics*, 53(1), 201-210. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0023>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a la url <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan incloses a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>