

# Efecte de dos mètodes d'entrenament de la força sobre la musculatura extensora de l'articulació del genoll

JUAN M. GARCÍA MANSO (1)

IBAN VAZQUEZ PÉREZ (1)

ROBERTO HERNÁNDEZ

RODRÍGUEZ (1)

JULIO TOUS FAJARDO (2)

(1) Departamento de Educación

Física de la ULPGC

(2) INEF Catalunya

CORRESPONDÈNCIA:

manso@cief.eef.ulpgc.es

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2002; 139: 15-22

**RESUM:** Setze estudiants d'educació física (♂: 11; ♀: 5), organitzats en dos grups (V i NV), van ser sotmesos a un entrenament de 6 setmanes de durada (3 sessions/setmana). L'entrenament consistia en mantenir una contracció isomètrica de la musculatura extensora del genoll. Aquesta posició s'havia de mantenir amb intensitat creixent (2 sèries x 6 repeticions x 15" i recuperació 45" i 5' fins a 3 sèries x 6 repeticions x 30" i recuperació 30" i 3') i modificant l'angle de l'articulació del maluc (90° a 180°). La diferència entre ambdós grups consistia en què un d'ells afegia un estímul vibratori (30 Hz) (plataforma N.E.M.E.S. Bosco-System). Les variables de control van ser avaluades mitjançant una bateria de tests motors (IRM en 1/2 sentadeta, SJ, CMJ, SJ0-60 i Reactivitat 5"), aplicada en diferents fases de l'estudi (inici, meitat, final i quatre setmanes després). A les dades es van aplicar anàlisis descriptives i comparatives (Friedman i Wilcoxon). Es van observar canvis importants en ambdós grups durant les tres primeres setmanes (Fmàx: NV = 48,1%, P<0,03 i V = 39,22%, ns; Reactivitat: NV = 8,06%, ns i V = 12,02 %, P<0,03; SJ: NV = 3,87%, ns y V = 8,81%, P<0,01), al final del procés (Fmàx: NV = 58,1%, P<0,03 i V = 60,68 %, P<0,03; Reactivitat: NV = 10,12%, P<0,03 i V = 13,1 %, P<0,03) i després del descans (Fmàx: NV = 73,39%, P<0,005 i V = 55,24%, P<0,005; SJ: NV = 5,75%, P<0,03 i V = 5,86%, ns). En conclusió, podem assenyalar que, en subjectes poc entrenats, l'entrenament isomètric en extensió, amb o sense vibració afegida, és un excel·lent estímul per a la millora de la força explosiva, reactiva i màxima.

**PARAULES CLAU:** Força, vibració, entrenament.

**SUMMARY:** Sixteen students of physical education (♂: 11; ♀: 5) divided in two groups (V and NV), underwent a 6-week training program (3 sessions/week). The training consisted of maintaining an isometric contraction of the knee extensor muscles. This position had to be kept with an increasing intensity (from 2 sets x 6 repetitions x 15" and 45"/ 5' recovery to 3 sets x 6 repetitions x 30" and 30"/ 3' recovery) and changing the hip joint angle (from 90° to 180°). The difference between both groups lay in the fact that one of them added a vibratory stimulus (30 Hz) (N.E.M.E.S. Bosco- System platform). Control variables were evaluated by a motor battery of tests (IRM in 1/2 Squat, SJ, CMJ, SJ<sub>0-60</sub> and Rebounds 5") applied at different stages of the study (pre, mid, post and after four weeks detraining). Descriptive and comparative analyses (Friedman and Wilcoxon) were applied to the data. Important changes were observed in both groups during the first three weeks (Max. Strength: NV=48.1%, P<0.03 and V=39.22%, ns; Rebounds: NV=8.06%, ns and V=12.02%, P<0.03; SJ: NV=3.87%, ns, and V=8.81%, P<0.01), at the end of the training programme (Max. Strength: NV=58.1%, P<0.03 and V=60.68%, P<0.03; Rebounds: NV=10.12%, P<0.03 and V=13.1%, P<0.03) and after the detraining stage (Max Strength: NV=73.39%, P<0.005 and V=55.24%, P<0.005; SJ: NV=5.75%, P<0.03 and V=5.86%, ns). As a conclusion, the isometric training in extension with or without vibration is an excellent stimulus to improve Maximal, Explosive and Reactive strength in individuals with a low level of training.

**KEY WORDS:** Strength, vibration, training.

## INTRODUCCIO

Durant els últims anys cada vegada s'ha donat més importància a l'entrenament de la força, fins el punt d'arribar a ser considerada com una qualitat principal i determinant per a la pràctica de qualsevol activitat esportiva. Per aquest motiu, la majoria dels esportistes dediquen un considerable nombre d'hores al desenvolupament d'aquesta qualitat física bàsica. Per aquest motiu, s'han desenvolupat nombrosos mètodes d'entrenament, en els quals la investigació i la tecnologia aporten noves solucions que afavoreixen i potencien el treball de l'entrenador.

Entre les solucions metodològiques més recents hi ha l'ús de contraccions isomètriques en les quals el múscle es troba en una elongació forçada. Paral·lelament, han aparegut unes investigacions en les quals s'intentava la potenciació nerviosa del múscle mitjançant l'activació del *reflex vibratori* per l'utilització de maquinària especialment dissenyada per aconseguir els desplaçaments i les freqüències de moviment que poguessin ser més útils per a aquesta finalitat.

Actualment està perfectament documentada la incidència que l'aplicació de càrregues isomètriques té sobre la força màxima, força explosiva tònica i la força explosiva balística (Rose, 1952; Hettinger i Muller, 1953; Troiser, 1980; Chauvin, 1980; Knapik et al., 1983; Fleck i Kraemer, 1987). Tanmateix, són pocs els estudis que hagin investigat la incidència que tindria la utilització de càrregues d'entrenament de caràcter isomètric en elongació i de llarga durada. Malgrat això, en moltes modalitats esportives (atletisme, voleibol, etc.), alguns entrenadors les utilitzen sistemàticament amb l'objectiu d'aconseguir adaptacions tant en estructures contràctils musculars com en els seus components elàstics.

L'experiència de molts d'aquests tècnics mostra que aquesta modalitat d'entrenament garanteix un bon acondicionament muscular i una millora en la força màxima; tanmateix, però, no sempre s'observen beneficis, especialment quan l'aplicació és perllongada, sobre la manifestació ràpida de la força. Els especialistes de disciplines de salts utilitzen el treball isomètric mantingut en elongació per assegurar hipertròfies sobre el teixit conjuntiu que evitin sobrecàrregues en els tendons durant l'entrenament específic. Quelcom semblant fan alguns preparadors de voleibol amb el mateix objectiu.

Per la seva part, l'entrenament vibratori s'ha utilitzat de forma aïllada en modalitats esportives que es caracteritzen per una alta explosivitat (boxa, salts, velocitat, voleibol, etc.), intentant aprofitar els avantatges que ofereix que el reflex vibratori. Aquest reflex fou descrit per Matthews (1966)

i Eklun i Hagbarth (1966) que van comprovar que la tensió muscular s'incrementava quan el múscle es veia sotmès a una vibració; aquest fet va rebre el nom de *Reflex Tònic de Vibració*. Més recentment, autors com Rohmert et al. (1989), Issurin et al. (1994), Weber i Bosco (1998) van observar que l'aplicació de càrregues de vibració (30-44 hz) permet un increment de la manifestació ràpida de la força tant del membre inferior com del superior, mentre que Künnemeyer i Schmidtbleicher (1997), Issurini Tenenbaum (1999), Armstrong (1987), Nazarov i Spivak (1987) i Bosco (1998) comproven el mateix efecte sobre la força màxima quan s'apliquen càrregues amb el mateix rang de freqüència. Entre la bibliografia, utilitzada per nosaltres, només trobem dos casos de disminució de la Força isomètrica màxima i de la Força màxima dinàmica. Rudolph (1994) parla de que en alguns casos disminueix la força, fet que també es constata en el treball de Samuelson et al. (1989) quan s'aplica un protocol de treball amb estímuls de vibració (20 Hz).

El nostre interès es centra en comprovar l'eficàcia que tindria, en subjectes de baix nivell d'entrenament, l'aplicació de càrregues isomètriques en extensió sobre la força màxima i dinàmica de la musculatura extensora del genoll. Així mateix, intentem analitzar la incidència que sobre aquests paràmetres tindria la incorporació d'un estímulo vibratori en el mateix protocol d'entrenament.

## METODOLOGIA

**Mostra:** Es va utilitzar una mostra de 16 subjectes poc entrenats, estudiants d'educació física (11 homes i 5 dones) d'edats compreses entre els 21 i els 29 anys. Es va organitzar dos grups de 8 persones, seleccionades de forma aleatòria, a les quals se'ls hi va lliurar un escrit de conformitat on se'ls hi explicava l'objecte i les derivacions de l'estudi. El primer grup (V) estava format per 6 homes (edat 23,67 anys +/- 1,6; alçada 177,66 cm +/- 4,63; pes 71,58 kg +/- 5,46; Ø múscle 70,20 cm +/- 3,54; greix 10,17 +/- 2,36) i 2 dones (edat 23,39 anys +/- 1,8; alçada 164,5 cm +/- 0,71; pes 52 kg +/- 4,24; Ø múscle 51,16 cm +/- 1,52; % greix 13,4 +/- 5,61). El segon grup (NV) estava format per 5 homes (edat 21,13 anys +/- 2,6; alçada 175,6 cm +/- 3,36; pes 73 kg +/- 7,71; Ø múscle 67,25 cm +/- 7,19; % greix 10,87 +/- 2,66) i 3 dones (edat 22,24 anys +/- 0,9; alçada 163,67 +/- 0,58; pes 56,33 kg +/- 2,08; Ø múscul 55,32 cm +/- 7; % greix 16,61 +/- 2,86).

**Valoracions:** A tots els subjectes se'ls va avaluar la Força màxima dinàmica i la Força velocitat en quatre ocasions (abans de l'entrenament, a les tres setmanes, al finalitzar

l'entrenament i quatre setmanes després). La Força màxima de la musculatura extensora es va avaluar de forma indirecta (protocol de Brzycki:  $\%RM = 102,78 - 2,78 \times \text{Repeticions}$ ), mitjançant el test de mitja sentadeta, mentre que la Força velocitat es va avaluar aplicant la bateria de tests proposada per Bosco ( $SJ_0, SJ_{20}, SJ_{30}, SJ_{40}, SJ_{50}, CMJ, \text{Reactivitat}_5$ ).







**Materials:** Per a la valoració de la força es va utilitzar una plataforma de contacte (Ergojump Bosco System Psion organiser II Model XP), una barra olímpica d'halterofília i discs de 5, 10, 15, 25 quilos. Durant l'entrenament es van utilitzar tirants de musculació (RF) i una plataforma vibratòria NEMES Bosco System (Neuromuscular Mechanical Stimulation). Les dades antropomètriques es van prendre amb una cinta mètrica metàl·lica i un lipòmetre Holtain (precisió 0,2 mm; pressió 10 gr/mm<sup>2</sup>).

**Temporalització:** Abans d'iniciar l'entrenament, els subjectes van ser citats en el laboratori tres vegades. El primer dia se'ls hi va explicar de forma detallada el desenvolupament de la investigació i se'ls va organitzar en dos grups (vibratori "V" i no vibratori "NV"). El segon dia se'ls hi van

practicar els mesuraments antropomètrics i se'ls hi va avaluar la Força màxima. El tercer dia es va practicar la bateria de tests de Força explosiva (test de salts). Aquest mateix ordre, horari i condicions prèvies, van ser respectades per a la resta de controls (meitat, final de l'entrenament i desentrenament). Dues setmanes més tard, es va iniciar l'entrenament assignant un horari fix per a la seva execució. La durada va ser de tres setmanes a raó de tres sessions setmanals amb 48 hores de descans.

**Entrenament:** Un dels grups va realitzar el treball isomètric d'extensió utilitzant tirants de musculació (RF) que permetien la subjecció del subjecte mitjançant tires que anaven des d'una fixació que arribava a les cuixes d'ambdues cames. Cadascun dels subjectes va completar un treball progressiu de 18 sessions d'entrenament en el qual el volum de càrrega va augmentar de les 12 repeticions i 180 segons efectius de treball, fins les 18 repeticions i 540 segons de treball efectiu. La progressió de la càrrega es va acompanyar amb una reducció de la recuperació entre repeticions i sèries i una modificació de la posició del cos en relació amb els angles del genoll i maluc, tal com es descriu a la següent taula:

Taula I

Setmana	Sèries sessió	Repetició per sèrie	Durada/ Repetició	Recuperació repetició/sèrie	Posició genoll/maluc
1	2	6	15"	45" y 5'	90° genoll 90° maluc 
2	2	6	20"	35" y 5'	90° genoll 135° maluc 
3	3	4	30"	30" y 4'	90° genoll 135° maluc 
4	3	5	30"	30" y 4'	90° genoll 135° maluc 
5	3	6	30"	30" y 4' y 5'	90° genoll 180° maluc 
6	3	6	30"	30" y 3' y 4'	90° genoll 180° maluc 

Nota: En la sisena setmana els subjectes afegien un moviment de flexo-extensió de maluc en la posició de treball

El segon grup va realitzar el mateix entrenament, però, aquesta vegada, col·locant el subjecte sobre una plataforma vibratòria NEMES Bosco-System, a la qual se li van realitzar un seguit de modificacions que permetien al practicant recolzar la punta del peu sobre una estructura fixa i fixar la

planta dels peus sobre unes bandes elàstiques antilliscants que permetien una posició estable i segura durant la realització de l'exercici. La vibració de treball va ser de 30 Hz de freqüència (10mm de desplaçament).

**Estadístiques:** Amb les dades obtingudes es va realitzar una estadística descriptiva (mitja i desviació típica) i una estadística comparativa (comparacions de mitges) aplicant els Tests de Friedman i test de comparació de mitges relacionades i no relacionades (Wicoxon) utilitzant el paquet estadístic SPSS-11.

## RESULTATS

**Força màxima:** Els resultats entre el test inicial i el test intermig (3 setmanes) van ser: NV = 52,57 kg +/- 20,43, P<0,03; V = 49,73 kg +/- 13,53, ns. Entre test intermig i test final (6 setmanes) les variacions van ser: NV= 10,94 kg +/- 18,28, P<0,03; V = 27,21 kg +/- 16,91, P<0,03. El resultat final va implicar un increment de la força màxima entre l'inici i el final de l'entrenament (NV = 63,51 kg +/- 27,20, P<0,03; V = 76,94 kg +/- 20,14, P<0,03). Pel que fa als valors que trobem en el que hem denominat fase de desentrenament (4 setmanes després del test final) els resultats

respecte al test final van ser: NV = 16,72 kg +/- 19,52 ns; V = -6,69 kg +/-20,39, ns). Per tant, les diferències finals entre el test inicial i el desentrenament van ser de NV = 80,23 kg +/- 18,22, P<0,005; V = 70,04 kg +/- 20,17, P<0,005.

**Explosivitat (SJ):** Les dades obtingudes de la comparació entre el test inicial i el test intermig van ser: NV = 1,09 cm, ns; V = 2,9 cm +/- 2,5, P<0,03. Entre el test intermig i final va implicar una davallada de NV = -0,66 cm, ns; V = -1,1 cm +/- 2,8, ns. Les diferències entre el test inicial i el final van quedar en NV = 0,43 cm, ns; V = 1,8 cm, ns. Per últim, entre el test final i el realitzat després de les setmanes de recuperació va suposar increments de NV = 1,64 cm, P<0,008; V = 0,13 cm +/- 2,1, ns, mentre que la diferència entre l'inicial i que es va realitzar després del desentrenament va ser NV = 2,06 cm +/- 2,7, P<0,03; V=1,93 cm +/- 3,1, ns.

Per facilitar la lectura, les dades recollides del test SJ amb sobrecàrregues queden reflectides a la taula següent:

Taula II

VIBRATORI						
Test/Kg	SJ 0	SJ 20	SJ 30	SJ 40	SJ 50	SJ 60
Inicial	32,91	20,75	17,59	13,75	10,81	9,133
Intermig	35,81	23,99	20,05	16,25	13,64	11,77
Final	34,71	25,34	20,48	16,96	13,15	11,37
Desentrenament	34,84	23,49	19,6	16,58	13,34	11,67
NOVIBRATORI						
Test/Kg	SJ 0	SJ 20	SJ 30	SJ 40	SJ 50	SJ 60
Inicial	28,11	18,03	14,9	12,13	9,5	9,975
Intermig	29,04	19,2	16,16	12,93	10,66	10,35
Final	28,54	19,7	16,78	13,29	11,21	10,15
Desentrenament	30,18	19,75	16,58	14,03	11,28	11,38

**Reactivitat (R5'')**: El test inicial i el test intermig de reactivitat (R5'') mostra les següents variacions: NV = 2,04 cm +/- 3,02, ns; V = 3,45 cm +/- 3,69, P<0,03. Entre el test intermig i final va haver-hi un increment de NV = 0,53 cm +/- 3,25, ns; V = 0,31 cm +/- 3,1, ns. Les diferències entre el test inicial i el final van quedar en NV = 2,56 cm +/- 3,03, P<0,03; V = 3,76 cm +/- 4,54, P<0,03. Per últim, entre el test final i el realitzat després del desentrenament el resultats van ser NV = 0,31 cm +/- 2,73, ns; V = -0,62 cm +/- 3,96, ns, mentre que la diferència entre l'inicial i que es va realitzar després del desentrenament va ser NV = 2,88 cm +/- 2,19, P<0,03; V=3,14 cm +/-4,11, ns.

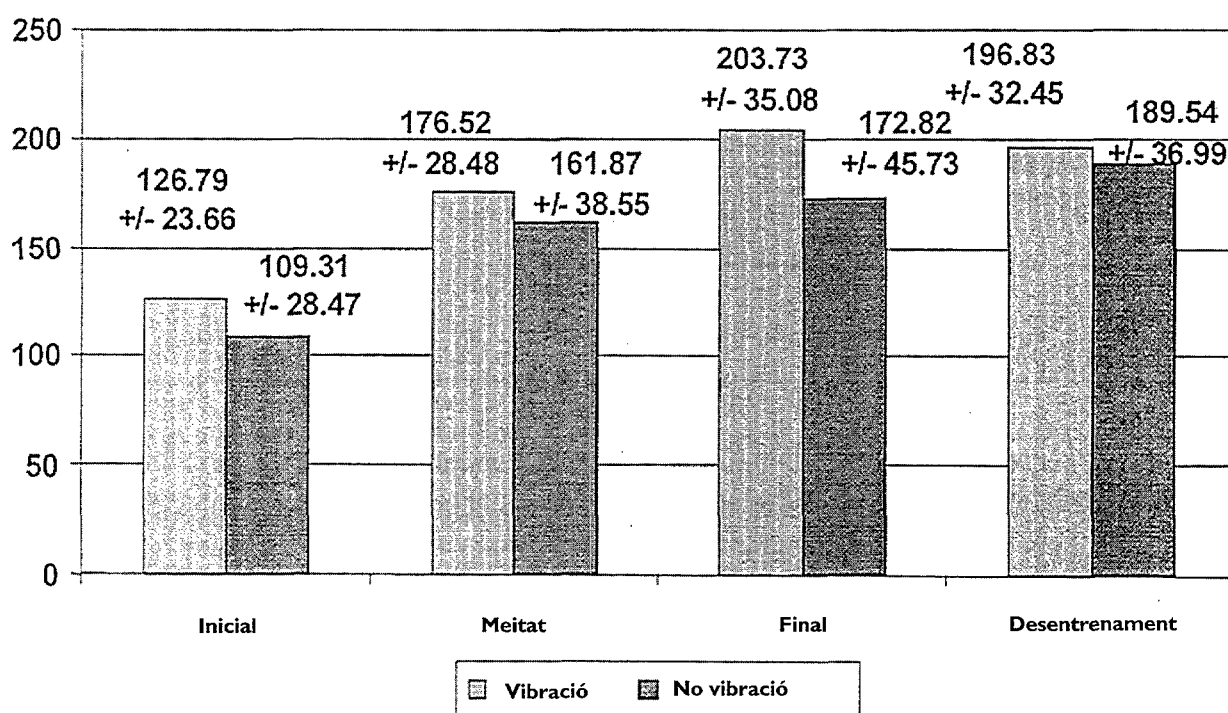
**Capacitat elàstica (CMJ-SJ):** L'índex d'elasticitat (CMJ-SJ) inicial i intermig va donar les següents variacions: NV = 0,29 cm +/- 1,68, ns; V = 0,21 cm +/- 2,76, ns. Entre el test intermig i final es van obtenir uns resultats de NV = 0,86 cm +/- 1,59, ns; V = -0,03 cm +/- 3,34, ns. Les diferències entre l'índex d'elasticitat inicial i el final van quedar en NV = 1,15 cm +/- 2,04, ns; V = 0,18 cm +/- 3,10, ns. Per últim, entre l'índex final i el realitzat després del desentrenament va donar resultats de NV = -0,84 cm +/- 2,02, ns; V = 0,98 cm +/- 2,39, ns, mentre que la diferència entre l'inicial i el que es va realitzar després del desentrenament va ser NV = 0,31 cm +/- 2,21, ns; V=1,16 cm +/-2,02, ns.

## DISCUSSIÓ

Es va observar un important increment dels nivells de força màxima en ambdós grups entre l'inici i el final de l'entrenament (NV= 58,1%,  $P<0,03$ ; V = 60,68%,  $P<0,03$ ). Aquest increment és especialment important en tots els casos al final de les tres primeres setmanes (NV = 48,1%,  $P<0,03$ ; V = 39,22%, ns). Tanmateix, després del període de recuperació (desentrenament) el comportament dels dos grups és diferent. Mentre que el grup que no va utilitzar vi-

bracions segueix mostrant increments de força màxima quatre setmanes després del final de l'entrenament (NV = 9,67%, ns), el grup que va utilitzar l'estímul vibratori presentà una lleugera disminució (V = -3,39%, ns). És necessari assenyalar que, en ambdós grups, alguns subjectes van acabar el test sense arribar al límit de les seves possibilitats potencials per raons de seguretat, donat que hagués sigut necessari utilitzar càrregues que suposaven un risc evident per a la integritat de la seva esquena.

Figura 1 Força màxima



Per a la nostra mostra, la incidència que tenen sobre la força màxima l'ús d'un o altre protocol de treball és mínima, no observant-se diferències estadísticament significatives (2,58%, ns) entre les millores assolides en ambdós al llarg de les sis setmanes d'entrenament. Tot i que no disposem d'estudis que comparin entre sí els dos mètodes d'entrenament, existeixen treballs que analitzen els efectes de la utilització de vibracions. Künnemeyer i Schmidtbleicher (1997) i Issurin i Tenenbaum (1999) troben millores evidents de la força amb estímuls vibratòries (8,6% vs 10,4% - 7,9%), tot i que els protocols d'entrenament utilitzats eren diferents (diferent càrrega: no isomètric mantingut, els grups musculars analitzats eren diferents i l'estímul de vibració lleugerament superior, 40-44 Hz). Armstrong (1987) aconsegueix incre-

ments del 52% aplicant un estímul vibratori a la musculatura flexora de la mà. Per la seva part, Nazarov i Spivak (1987) van trobar millores, del 50-60% en gimnastes i del 80% en atletes, en la força estàtica de la musculatura de l'espatlla després de 12 sessions d'estímul vibratori. Per altra banda, Weber (1997) assenyala que, mitjançant l'aplicació durant 12 setmanes d'un estímul vibratori de 25 Hz a uns moviments de creuement de pols i pols baixa, es va assolir un increment d'un 8 % més alt que sense la vibració.

A la vista dels resultats obtinguts, sembla que no és necessari afegir les vibracions al treball isomètric en extensió per aconseguir importants millores de la força màxima, al mateix temps que trobem un efecte retardat molt més favorable entre aquells que només utilitzen les càrregues mantingudes ( $P<0,02$ ).

Figura II Corba F-V Vibratori (V)

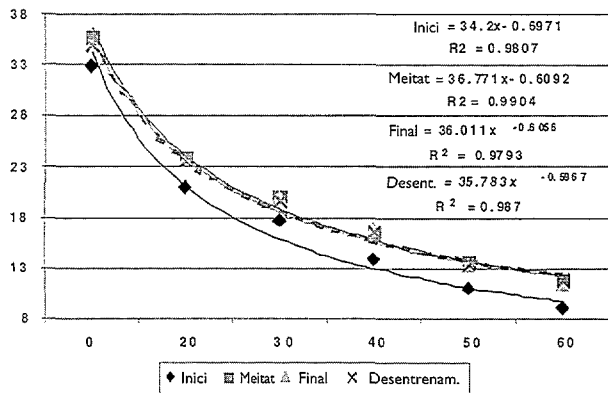
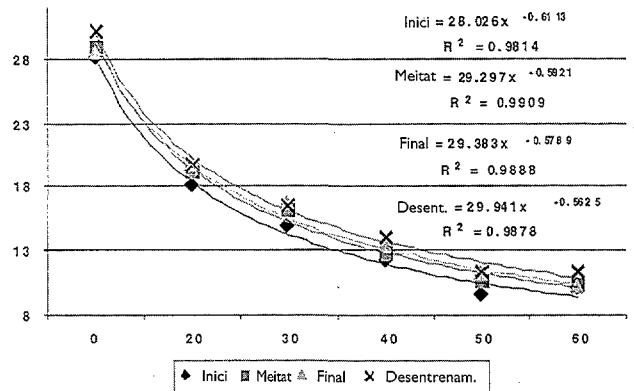


Figura III Corba F-V No vibratori (V)

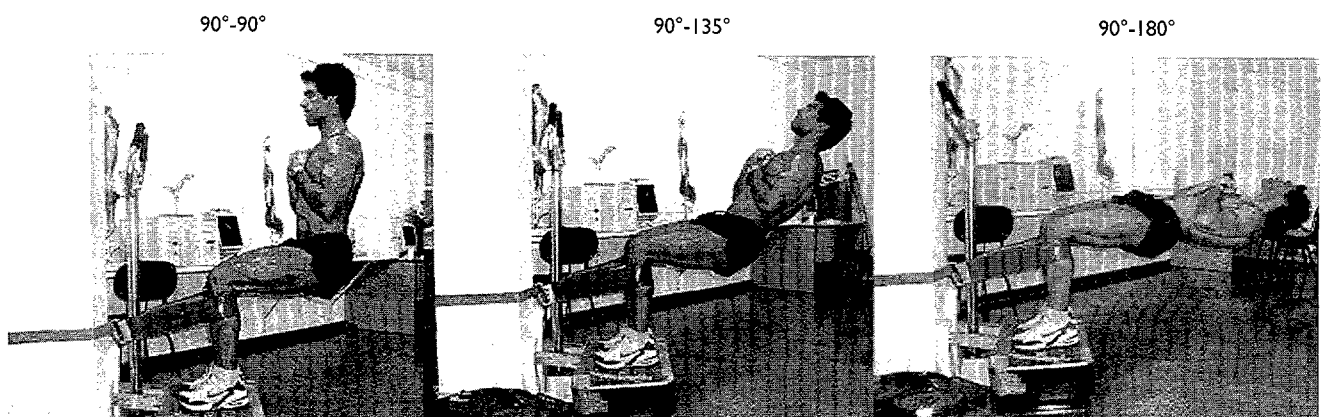


La manifestació explosiva de la força, en ambdós grups, mostra un comportament lleugerament diferent entre ells. Mentre el grup que va utilitzar la plataforma vibratòria assolix guanys significatius en SJ al final de les tres primeres setmanes (8,81%,  $P < 0,01$ ), en l'altre grup (NV) la millora no es manifesta de forma tan evident (3,87%, ns), tot i que no es mostren diferències estadísticament significatives entre ells. Tanmateix, en les tres setmanes següents, ambdós grups van patir un lleuger empitjorament (-3,10/ vs -2,26%). Durant l'etapa de desentrenament, l'explosivitat es manté estabilitzada en el grup V mentre que la resta de la mostra (NV) presenta una lleugera recuperació (5,75%) que li permet recuperar un guany acumulat respecte a l'inici de les investigacions, del 7,36% ( $P < 0,03$ ). Aquest mateix comportament es repeteix en les corbes de força-velocitat expressades mitjançant la capacitat de salt amb càrregues creixents.

Això ens fa pensar que, en subjectes de condició física similar a la dels subjectes de la mostra emprada, el temps d'aplicació de càrregues isomètriques mantingudes ha de ser un dels criteris que més s'hauria de controlar a l'hora de millorar la força velocitat. Podem veure que, mentre nou sessions d'entrenament semblen resultar un estímul excel·lent per millorar la manifestació ràpida de la força, 18 sessions resulten una càrrega excessiva i, per tant, innecessària per assolir aquest objectiu. Possiblement, disminucions en la densitat de treball (dies/setmanes) ens podrien permetre incrementar el període de temps en el qual poder aplicar aquest mètode d'entrenament.

Per altra part, l'ús de les vibracions sembla ser una manera eficaç per millorar la explosivitat d'un subjecte. Observem que hi ha una diferència evident entre els guanys de força a favor d'aquells que van utilitzar aquesta estimulació durant

Figura IV



aquest estudi. També Bosco et al. (1999b), quan només utilitzen vibracions, experimenten una millora de la potència mecànica de la musculatura flexora del colze de deu boxejadors al veure's sotmesos a 5 minuts de treball efectiu de vibració de 30 Hz. En una recopilació realitzada pel mateix autor (Bosco et al., 1999a) assenyala que una sessió de 10 minuts en la qual s'apliqui un treball de vibració general per a tot el cos (WBV) es podrien obtenir millores de la força velocitat i de la potència de jugadors de voleibol, guanys que amb els mètodes tradicionals d'entrenament de la força es necessitaria varies setmanes de treball.

Abans de començar la investigació, un dels resultats que es preveia com a més probable estava relacionat amb la incidència que la vibració podia tenir sobre la capacitat reactiva del subjecte avaluada mitjançant el test que Bosco (1994) denomina test de reactivitat en 5 segons. Bosco (AE) (1998) assenyala que l'aplicació d'una càrrega de 10 minuts de vibració (10 dies) millora l'alçada mitja i la màxima potència mecànica mesurades amb el test de reactivitat de 5". En el nostre estudi, ambdós mètodes d'entrenament (V i NV) provoquen millores en aquest test (V= 12,02%,  $P < 0.03$ ; NV = 8,06%, ns) al final de les tres primeres setmanes d'entrenament reduint-se considerablement els guanys fins el final del procés de desentrenament. Es pot observar com en els subjectes estudiats els principals guanys es donen entre aquells que afegeixen la vibració al protocol de treball. Tanmateix, també pot comprovar-se que, en el present estudi, les quatre setmanes de recuperació determinen una millora en el resultat d'aquest test només per a aquells subjectes que no van utilitzar la vibració (NV), mentre que la resta de la mostra (V) pateix una lleugera pèrdua en aquesta capacitat (+1,15% vs -1,91%).

Per últim, es pot comprovar que, pel que fa a la capacitat elàstica, passades les tres primeres setmanes s'obtenen majors increments en el grup que no es va veure sotmès a l'estímul vibratori (NV) (NV: 16,66%, ns; vs V: 6,46%, ns). Aquestes diferències es veuen incrementades de forma important al final de l'entrenament, de forma que el grup que no va utilitzar vibracions va augmentar un 42,36% (ns) respecte al test anterior, mentre que la resta de subjectes (V) no van modificar la seva capacitat elàstica de forma apreciable (V = -0,87%, ns). Allò que vertaderament crida la nostra atenció és el comportament observat en ambdós grups després del període de desentrenament. A diferència del que succeïa en els demés indicadors (Fmàx, SJ, Corba F-V i Reactivitat), la capacitat elàstica del grup NV pateix unes pèrdues tan considerables que gairebé arriben als valors obtinguts en el test intermig (-29,06%, ns), mentre que el grup que va rebre l'afegit de l'estímul vibratori (V) mostra uns importants guanys (28,57%) després del descans.

## CONCLUSIO

Després d'analitzar els resultats obtinguts en el nostre estudi, podem afirmar que 9 sessions d'entrenament isomètric en extensió, amb o sense vibració afegida, semblen ser un excel·lent estímul per millora la força explosiva, reactiva i màxima, així com la capacitat elàstica. Mentre que l'aplicació d'un estímul vibratori no aconsegueix millorar els efectes de l'entrenament isomètric sobre la força màxima, aquest forma de treball sí és eficaç per aconseguir majors millores en les altres manifestacions de la força abans esmentades. Aquest major efecte pot atribuir-se a la possibilitat que els mecanismes propioceptius es vegin més intensament involucrats per l'estímul vibratori.

## Bibliografia

- Bosco, C. (1998). *L'effetto della vibrazione sulla forza muscolare e sul profilo ormonale in atleti*. *Atleticastudi*, 4-5-6: 7- 14.
- Bosco, C., Cardinale, M. and Tsarpela, O. (1999). *Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles*. *Eur J Appl Physiol*, 79, 306- 311.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O. and Locatelli, E. (1999). *New trends in training science: The use of vibrations for enhancing performance*. *New Studies in Athletics*. 14:4, 55- 62.
- Chauvin, C. "Le renforcement musculaire per le travail statique intermittent". *Ann. Kinesither.*-7297-302. (1980). En *Musculatation et entretien musculaire du sportif*. Paris. De. Chirón. (1987).
- Eklund, G., Hagbarth, K.E. (1966). *Normal variability of tonic vibration reflex in man*. *Experimental Neurology*, 16, 80- 92.
- Fleck, S.J. Kraemer, W.J. *Designing resistance training programs*. Champaign (Ill.). Human Kinetics Books. (1987).
- Hettinger, T., Muller, E. *Physiologie*. 1:90. (1955).
- Issurin, V.B. and Tenenbaum, G. (1999). *Acute residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes*. *Journal of Sports Sciences*, 17, 177- 182.
- Issurin, V.B., Liebermann, D.G. and Tenenbaum, G. (1994). *Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility*. *Journal of Sports Sciences*, 12, 561- 566.

- Knapik, J.J., Mawdsley, R.H., y Ramos, M.U. "Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training". *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*. 5: 58-65. (1983).
- Künnemeyer, J./Schmidtbleicher, D. (1997). *Die Rythmische neuromusculre Stimulation RNS*. *Leistungssport RFD*, t27, n2, 39- 42.
- Matthews, P.B.C. (1966) *The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon*. *Journal of Physiology*, 184, 450- 472.
- Rohmert, W., Wos, H., Norlander S. and Helbig, R. (1989). *Effects of vibration on arm shoulder muscle in three body postures*. *Eur J Appl Physiol*, 59, 243- 248.
- Rose, D., Radzynski, S., Beatty, R. "Effect of brief maximal exercise on the strength of the cuadriceps femoris". *Acta Physiology Medicine*. 38 1657-164. (1952).
- Samuelson, B., Jorfeldt, L. and Ahlborg, B. (1989). *Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction*. *Clinical Physiology*, 9, 21- 25.
- Troisier, O. "Méthode d'évaluation de la force musculaire par le travail statique". *Annual Kinésithér.* 7:291-296. (1980).