

# Anàlisi electromiogràfica i de percepció d'esforç del tirant de musculació respecte de l'exercici de mig esquat

**MARZO EDIR DA SILVA**

Laboratori de Ciències Morfocionals de l'Esport. Facultat de Medicina. Universidad de Córdoba

**JOSEP MARIA PADULLÉS**

INEFC-Barcelona

**VICTOR NÚÑEZ ÀLVAREZ**

**DIANA VAAMONDE**

Laboratori de Ciències Morfocionals de l'Esport. Facultat de Medicina. Universidad de Córdoba

**BERNARDO VIANA MONTANER**

Centre Andalus de Medicina de l'Esport

**JOSÉ RAMÓN GÓMEZ PUERTO**

**JOSÉ LUIS LANCHO ALONSO**

Laboratori de Ciències Morfocionals de l'Esport. Facultat de Medicina. Universidad de Córdoba

## Resum

L'objectiu d'aquest estudi ha estat comparar l'exercici de flexió-extensió del genoll, realitzat amb el tirant de musculació (TM) amb l'exercici de mig esquat a diferents intensitats, a més a més de la percepció d'esforç dels subjectes en cadascun. Amb aquesta finalitat es van escollir 12 subjectes actius, de sexe masculí, als quals se'ls van realitzar registres electromiogràfics del vast extern del quàdriceps. Els resultats obtinguts suggereixen que no hi ha diferències significatives pel que fa a la resposta electromiogràfica i la percepció de l'esforç entre l'exercici realitzat sense càrrega extra mitjançant el TM i l'exercici de mig esquat al 50 % d'1 repetició màxima (1RM). Igualment, no es van trobar diferències significatives entre l'exercici amb TM i càrrega extra de 10 kg respecte de l'exercici de mig esquat amb càrrega extra de 60 % d'1RM i per a l'exercici amb TM i càrrega extra de 20 kg amb el mig esquat amb càrrega extra de 70 % d'1RM. Dels resultats obtinguts es deriva que l'exercici amb el TM pot ser una alternativa prou eficaç per a l'entrenament de força; entre els seus avantatges podem destacar-ne la facilitat d'ús, el baix cost econòmic i, sobretot, el fet de ser un mitjà d'entrenament que pot evitar lesions, perquè no li calen càrregues externes excessivament elevades.

## Paraules clau

Electromiografia, Força, Potència.

## Abstract

*The purpose of the present study has been to compare the knee flexo-extension exercise performed with the muscular belt (TM) with the half squat exercise using different intensities. Likewise, the effort perceived by the subjects at each point was compared. Twelve active male subjects were chosen for such purpose, they underwent vastus lateralis electromyographic recordings. The results obtained suggest that there is not a significant difference when comparing the exercise done with the TM and no extra load to the half squat exercise with an external load of 50 % of a maximal repetition (1RM). Likewise, there were no differences found between the TM with 10kg of extra load and the half squat with external load of 60 % of 1RM, and for the TM with 20 kg extra load and the half squat exercise with external load of 70 % of 1RM. It can be derived from the results obtained that exercising with the TM can be a rather efficient alternative for strength training; among its many advantages it can be remarked its "easy to use" handling, low economic cost, and, above all, the fact that it can be a training method that can avoid injuries since it does not need excessively high external loads.*

## Key words

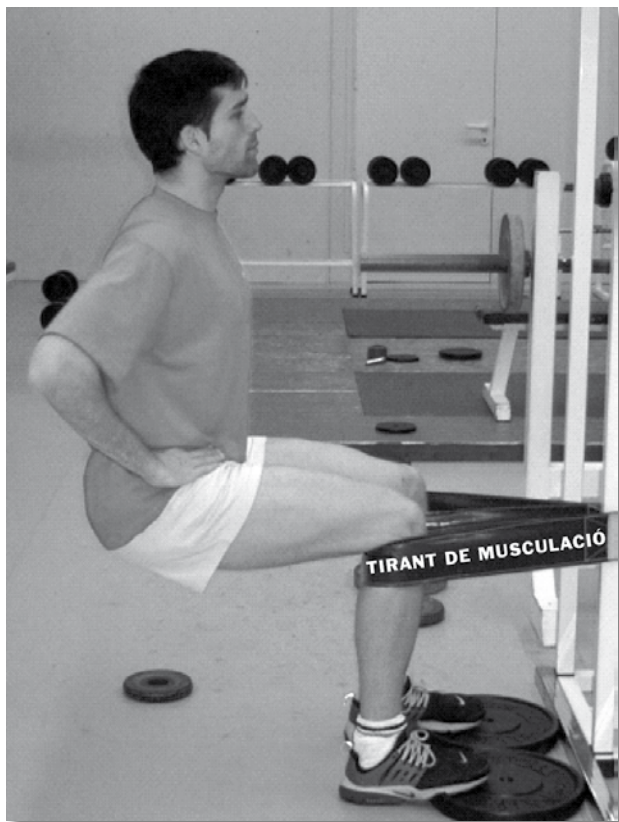
*Electromyography, Strength, Power.*

## Introducció

Els mitjans utilitzats en l'entrenament de força són de summa importància per aconseguir que aquest sigui al més específic possible (Siff i Verkhoshansky, 1996); malgrat la gran quantitat de mitjans disponibles en el

mercat (en general força atractius i cars) no tots són apropiats per als objectius que es vulguin fixar (Kreighbaum i Barthels, 1996).

El *Tirant de Musculació*<sup>TM</sup>, va ser desenvolupat a l'antiga URSS i va ser utilitzat en l'entrenament dels at-



**Figura 1**  
Tirant de Musculació®.

**Taula 1**  
Característiques  
de la mostra.

Variable	Mitjana (DS)
Edat	18,7 (2,1)
Alçada	174 (4,3)
Massa corporal	68,8 (3,3)

letes d'aquell país. Amb unes lleugeres modificacions, va ser introduït a Espanya per Hans Ruf, entrenador de la selecció espanyola d'atletisme. El TM s'ha convertit en una eina fonamental en l'entrenament de la força en nombroses especialitats esportives, a causa de la seva facilitat d'ús i del baix cost d'adquisició i manteniment (Da Silva *et al.*, 2004). En un començament, es va utilitzar en entrenament isomètric; Tous i González de Suso (2001, sense publicar) van fer els primers estudis sobre els efectes de l'entrenament amb el TM comparats amb uns altres mitjans d'entrenament (Tous, 2003). Amb posterioritat, hom ha associat l'entrenament isomètric amb el Tirant Musculador® (TM) a l'entrenament amb

vibracions mecàniques (García-Manso *et al.*, 2002), més recentment han estat estudiats els efectes de l'aplicació com a entrenament dinàmic (Da Silva *et al.*, 2004).

Un dels beneficis més importants és el baix risc de lesió que presenta i la seguretat amb què permet de desenvolupar una millora del sistema músculotendinos. En un estudi anterior hem comparat, mitjançant EMG, la intensitat de treball del TM, sense càrrega externa, amb la proporcionada per l'exercici de mig esquat (1/2 esquat), i hem comprovat que durant la realització de la flexió-extensió amb el TM es poden aconseguir estímuls semblants als d'un mig esquat amb 50 % d'1RM

En aquest estudi es pretén de realitzar una comparació, mitjançant electromiografia (EMG), de superfície i percepció d'esforç, de l'exercici de mig esquat amb el de flexió-extensió del genoll, utilitzant el TM (*figura 1*) amb diferents intensitats.

## Materials i Mètodes

### Subjectes

Es van avaluar 12 subjectes de sexe masculí sans i físicament actius, que realitzaven una pràctica esportiva (futbol, pàdel, tennis, i atletisme) amb una freqüència mínima de tres cops per setmana (*taula 1*).

### Període d'aprenentatge

Per a l'adaptació dels subjectes als exercicis de mig esquat i flexió-extensió del genoll amb el TM es va realitzar, prèviament a l'estudi electromiogràfic, un període d'aprenentatge d'entrenament amb pesos durant dues setmanes (*taula 2*). El temps d'execució del moviment en cada repetició es va fixar en 2 s (1 s per a la fase excèntrica i 1 s per a la concèntrica); per controlar la velocitat d'execució es va utilitzar un metrònom digital.

### Test d'1RM i Potència Màxima

El valor d'1 RM es va calcular tant al començament de les 2 setmanes d'aprenentatge (pretest) com al final (posttest).

La força màxima dels membres inferiors es va avaluar utilitzant l'estimació d'1 RM del sistema *Muscle-Lab*™. En l'exercici de mig esquat es col·loquen les espatlles en contacte amb la barra; l'angle de començament

d'execució del moviment (genoll) es va establir en 90°. Tan bon punt es donava l'ordre, els subjectes realitzaven una extensió concèntrica dels músculs de la cama (extensors del maluc, genoll, i turmell) començant des de la posició de flexió del genoll fins assolir l'extensió màxima de 180° en contra de la resistència, determinada per discs de pes afegits als extrems de la barra. Es van donar instruccions als subjectes perquè realitzessin una acció purament concèntrica des de la posició d'inici, i que mantinguessin les espatlles en una posició abduïda a 90° per assegurar la consistència de les articulacions de l'espatlla i del colze durant la realització del moviment (Newton *et al.*, 1997).

Igualment, es va demanar que durant tot el període d'execució el tronc es mantingués ben recte. Com que a través d'aquesta prova també es va mesurar la potència màxima, es va demanar als subjectes que realitzessin el moviment tan ràpid com poguessin (Sahaly *et al.*, 2001). Tots els tests es van fer sobre una màquina Multipower, (GervaSport™) que permet de dur a terme l'esquat. En aquesta màquina, la barra es desplaça únicament en direcció vertical, dintre d'unes fixacions que serveixen de guia.

Tant per a l'estimació de la potència màxima com de la càrrega màxima (1RM) es van utilitzar quatre càrregues: 25, 45, 65 i 85 kg. Es van tenir en compte tres intents amb cada càrrega i la millor lectura (velocitat mitjana més alta) dels tres es va fer servir per a l'anàlisi posterior. Durant els tests es van recollir dades sobre la distància recorreguda en cada desplaçament de la barra (m), velocitat màxima i mitjana (m/s), potència mitjana (watts), Per fer-ho es va utilitzar l'encoder (velocímetre) lineal inclòs en el sistema Muscle Lab™, aquest sistema disposa d'un microprocessador que treballa internament amb una resolució de 10µs. Quan es mou la càrrega, el sistema registra de forma contínua els temps utilitzats per efectuar cada recorregut de 0,07 mm, a partir dels quals es determina la velocitat instantània, amb les variacions de velocitat es calcula l'acceleració i a partir de

l'acceleració es determina la força. Coneixent la força i la velocitat el sistema calcula la potència. (Bosco *et al.*, 1995). Els càlculs de càrrega màxima (1RM) van ser determinats indirectament pel mateix sistema a partir de les dades de força i de velocitat (Bosco *et al.*, 1995). Es va calcular la velocitat mitjana i la potència mitjana en el rang de moviment utilitzat per realitzar la repetició completa.

## EMG

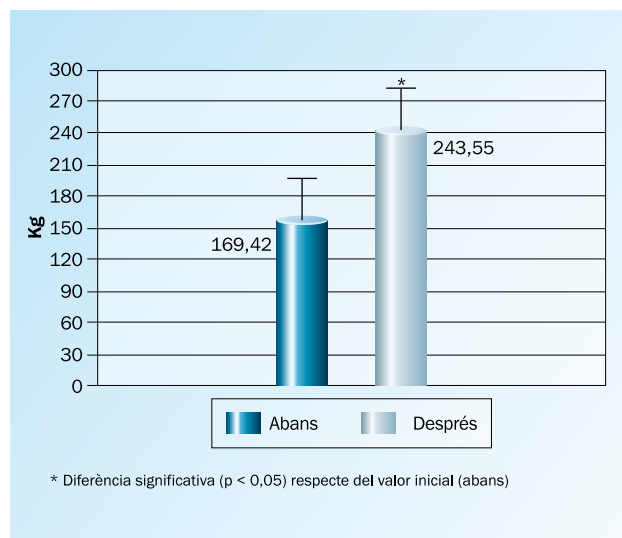
Per a l'anàlisi electromiogràfica (EMG) es va triar una velocitat submàxima durant l'exercici per tal d'obtenir una major fiabilitat del senyal EMG generat, que es troba representat per una relació proporcional entre l'EMG i la càrrega (Hakkinen *et al.*, 1997). La fiabilitat aconseguida amb aquesta velocitat submàxima en proves prèvies va ser de 0,92.

Els senyals electromiogràfics del múscul vast extern del quàdriceps femoral es van recollir amb elèctrodes bipolars de superfície (Blue Sensor, Medico-test™). Els elèctrodes de superfície es van col·locar perpendicularment a l'orientació de les fibres musculars, atès que aquesta és la seva orientació ideal (Weir *et al.*, 1999) i la distància entre ells es va fixar en 2 cm, prèvia neteja de la zona d'adherència (Cram i Kasman, 1998).

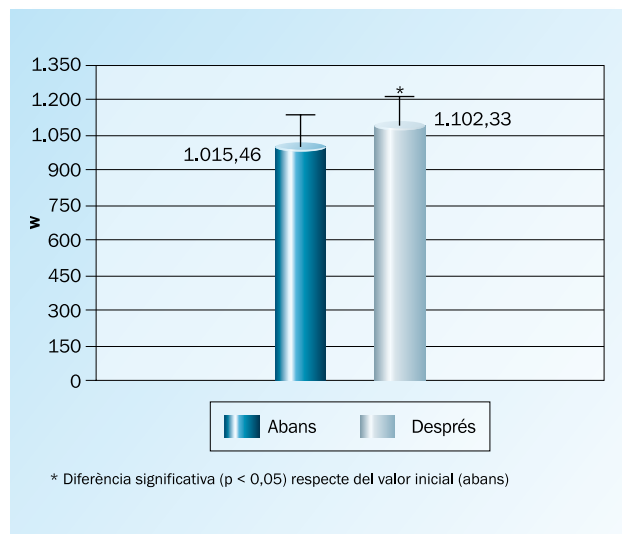
El Muscle Lab™ converteix el senyal electromiogràfic amplificat en un senyal RMS mitjà (root-pixen-square, EMGrms) a través del mateix hardware, amb una freqüència de mostreig de 450 kHz, a més a més ens permet de fer anàlisis relacionant el senyal analitzat amb l'obtingut en una contracció voluntària màxima (MVC-maximal voluntary contraction, EMGmvc). Els cables es van fixar de manera apropiada per evitar-ne el moviment i la conseqüent creació d'artefactes (De Luca, 1997). La recollida i el procés de les dades es va realitzar utilitzant el Muscle Lab™ acoblat en un PC (Intel™ P IV).

	Mig esquat (Multi-Power)	Flexió-extensió (Tirant de Musculació)
<b>1a Setmana</b>	10 rep (50%) d'1RM	10 rep sense càrrega extra
Dies d'entrenament:	8 rep (60%) d'1RM	8 rep 10 kg càrrega extra
Dilluns, Dimarts, Dijous i Divendres	6 rep (70%) d'1RM	
<b>2a Setmana</b>	10 rep (50%) d'1RM	10 rep sense càrrega extra
Dies d'entrenament:	8 rep (60%) d'1RM	8 rep 10 kg càrrega extra
Dilluns, Dimarts, Dijous i Divendres	6 rep (70%) d'1RM	6 rep 20 kg càrrega extra

◀  
**Taula 2**  
Descripció del període d'aprenentatge.



**Figura 2**  
Valors d'1RM durant el període d'aprenentatge.



**Figura 3**  
Valors de potència màxima durant el període d'aprenentatge.

### Anàlisi estadística

Per calcular Mitjanes i Desviació Estàndard es van utilitzar mètodes estadístics tradicionals (SD). La normalitat de les mostres estudiades es va comprovar mitjançant la prova de Shapiro-Wilk. Un cop que va ser comprovat, a través del test de Friedman, que les diverses intensitats utilitzades per a cada tipus d'entrenament

eren significativament distintes entre elles, es va decidir d'agrupar les mitjanes per parells, i es van analitzar aquests parells mitjançant el test T de Wilcoxon. El nivell de significança adoptat va ser de 5 %. Totes les proves de l'anàlisi estadística es van realitzar utilitzant el paquet estadístic SPSS (v.10).

## Resultats

Els resultats es divideixen en els blocs següents:

- Valors obtinguts durant les dues setmanes del període d'aprenentatge.
- Valors de MVC i RMS. Tant el RMS com el MVC van ser analitzats durant el desenvolupament complet del moviment, és a dir, les fases excèntriques i concèntriques estudiades de manera conjunta. D'altra banda, el RMS es va analitzar també durant les dues fases (excèntrica i concèntrica) separatament.
- Valors de percepció d'esforç.

Exceptuant els resultats del període d'aprenentatge, els altres valors obtinguts es van analitzar per parells segons la condició següent:

- Mig esquat amb càrrega externa de 50 % d'1RM i flexió-extensió del genoll amb el TM sense càrrega extra.
- Mig esquat amb càrrega externa de 60 % d'1RM i flexió-extensió del genoll amb el TM amb càrrega extra de 10 kg.
- Mig esquat amb càrrega externa de 70 % d'1RM i flexió-extensió del genoll amb el TM amb càrrega extra de 20 kg.

### Període d'aprenentatge

Durant les dues setmanes d'entrenament els subjectes van exhibir un augment del 43,75 % en el valor obtingut en 1RM estimat, els valors mitjans obtinguts van ser  $169,42 \pm 29,22$  kg en el pretest i  $243,55 \pm 32,37$  kg en el posttest. La diferència trobada va ser estadísticament significativa ( $p < 0,05$ ). (Figura 2).

Pel que fa als valors de la potència durant l'etapa de període d'aprenentatge, aquests van experimentar un petit, encara que significatiu augment ( $p < 0,05$ ), d'un

EMG	Tipus	Mig esquat		Tirant de musculació®		p
		Càrrega	Mitjana (SD)	Càrrega	Mitjana (SD)	
MVC	E+C	50 %	47,72 (12,93)	0 kg	46,13 (10,55)	NS
	E+C	60 %	59,23 (18,98)	10 kg	57,44 (15,02)	NS
	E+C	70 %	67,07 (17,87)	20 kg	68,75 (17,20)	NS
RMS	E+C		164,82 (22,96)		161,09 (36,30)	NS
	E	50 %	156,45 (20,28)	0 kg	141,18 (36,24)	NS
	C		159,55 (31,34)		172,91 (37,47)	NS
	E+C		199,82 (28,94)		208,09 (56,60)	NS
	E	60 %	179,82 (24,99)	10 kg	182,91 (44,16)	NS
	C		221,82 (34,01)		232,91 (69,73)	NS
	E+C		228,64 (35,40)		240,62 (62,22)	NS
	E	70 %	204,73 (28,66)	20 kg	203,64 (64,78)	NS
	C		236,64 (45,68)		264,27 (73,54)	NS

▲  
**Taula 3**

Resultats de l'EMG (mvc i rms) per als exercicis de mig esquat amb càrregues de 50, 60 i 70 % d'1RM i exercici amb Tirant de Musculació amb càrrega extra de 0, 10 i 20 kg. Els valors es defineixen com a mitjana i desviació estàndard, tant per a accions excèntriques (E) com concèntriques (C). NS expressa una diferència estadística no significativa per a  $p < 0,05$  entre els parells.

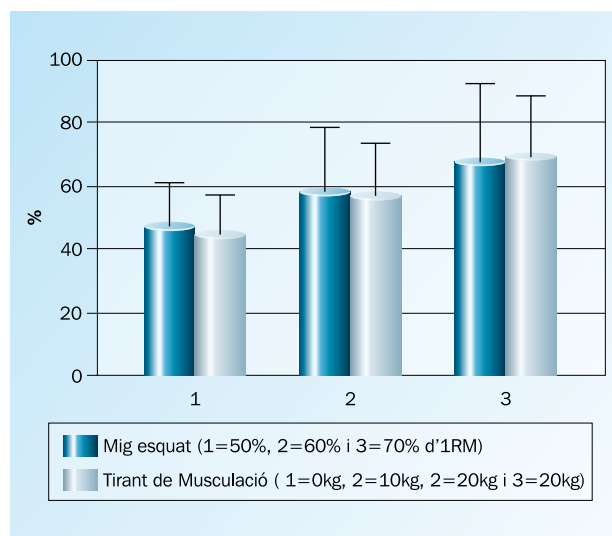
8,55 % des d'un valor inicial de  $1.015,46 \pm 123,00$  fins a un valor de  $1.102,33 \pm 112,50$ . (Figura 3).

### EMG % - (% maximal voluntary contraction)

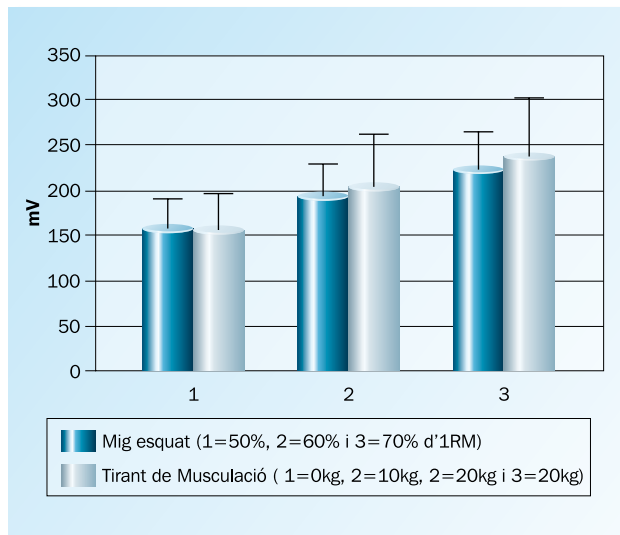
La resposta EMG expressada en % respecte a la MVC es troben detallats a la *taula 3* i *figura 4*. Es van observar les equivalències següents:

- TM amb 0 kg de càrrega extra equival a l'exercici de mig esquat de 50 %.
- TM amb 10 kg de càrrega extra a l'exercici de mig esquat de 60 %.
- TM amb 20 kg de càrrega extra a l'exercici de mig esquat de 70 %.

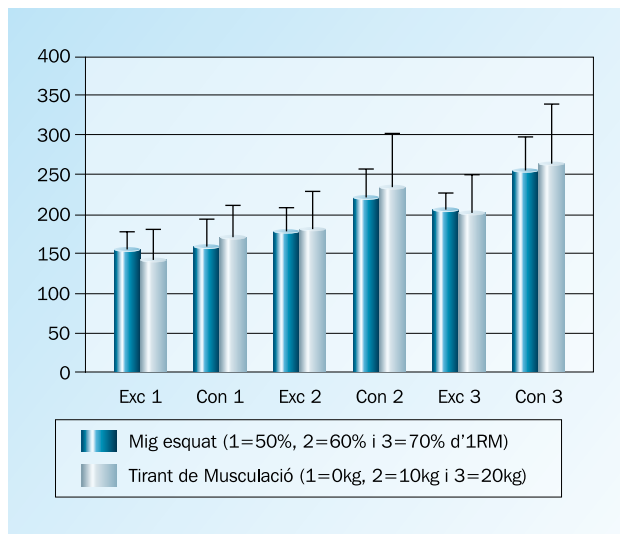
No es va trobar diferència significativa en cap dels parells analitzats.



▲  
**Figura 4**  
EMG % - electromiografia (% maximal voluntary contraction) del vast extern del quàdriceps dels parells analitzats.



**Figura 5**  
EMGrms- Electromiografia (root mean square), del vast extern del quàdriceps dels parells analitzats.



**Figura 6**  
EMGrms- Electromiografia (root mean square), del vast extern del quàdriceps dels parells analitzats, durant les accions excèntriques i concèntriques separatament.

### EMG rms - (root mean square)

Els valors trobats per al senyal RMS es van dividir, com s'ha explicat prèviament, en fases excèntrica i concèntrica separatament (*figura 5 i 6*) i preses en conjunt, com a realització completa del moviment (fetes d'aquesta manera tant per a l'exercici de mig esquat

com per a l'exercici amb TM). Els valors es troben detallats a la *taula 3*. Igual que a l'anàlisi dels resultats del MVC es va poder observar la mateixa equivalència per parells, encara que tampoc no es van trobar diferències estadísticament significatives per a cap d'aquests parells.

### Escala de Percepció de l'Esforç

Els resultats obtinguts en la percepció d'esforç es poden veure a la *figura 7*. Igual que en els altres paràmetres analitzats, no es van trobar diferències estadísticament significatives entre els parells analitzats.

### Discussió

En relació amb el període d'aprenentatge es pot observar que els augments en la *performance* neuromuscular són molt notables; tanmateix, és important recordar que els subjectes de la mostra eren individus que no estaven acostumats a l'entrenament amb pesos i, per tant, encara que vam intentar d'estandarditzar els tests abans d'efectuar les proves, es deu d'haver produït un efecte d'aprenentatge en els tests en realitzar el moviment de mig esquat durant aquest període. A més a més, s'accepta que en les primeres setmanes d'entrenament es produeix una adaptació nerviosa que és responsable dels grans augments de força experimentats (Sale, 1988). Els valors d'1RM estimada han experimentat un augment molt més gran que els de la potència. Pel que fa a aquest fet, podem postular que és degut al tipus d'entrenament aplicat, realitzat a una cadència de 2 s per moviment complet i, per consegüent, en no ser explosiu, influeix més sobre la càrrega màxima que no pas sobre la potència. Cal indicar que l'estimació d'1RM es realitza a partir de la funció de la corba que relaciona la velocitat i la força en el test de càrregues progressives. La variació en el pendent de la corba pot provocar una sobreestimació del valor d'1RM.

Els resultats de l'EMGrms i d'EMG %mvc i escala de percepció d'esforç obtinguts indiquen que, tenint en compte les característiques de la població analitzada i les condicions en què es va desenvolupar l'estudi, un exercici amb TM sense càrrega extra equival a un exercici de mig esquat amb una càrrega de 50 % d'1RM, un exercici amb TM i càrrega extra de 10 kg equival a l'exercici de mig esquat amb un 60 % d'1RM; finalment, l'exercici amb el TM i càrrega extra de 20 kg equival a un

exercici de mig esquat amb una càrrega extra del 70 % d'1RM.

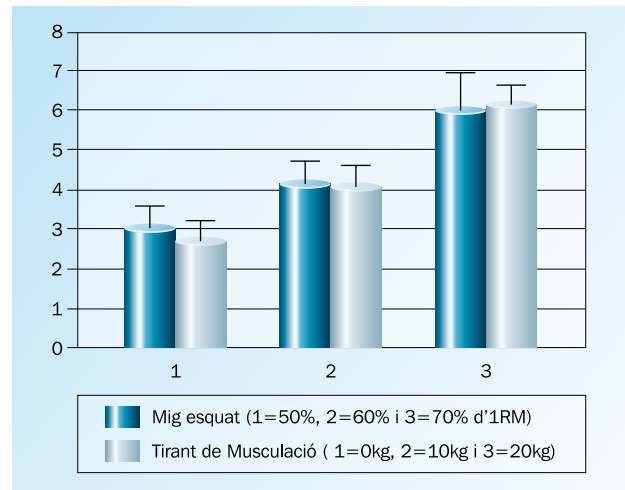
És interessant de destacar que encara que la nostra experiència prèvia semblava indicar que la intensitat del TM era equiparable al mig esquat amb càrrega elevada, en aquest estudi ha quedat patent que l'ús del TM amb una càrrega extra de 20 kg és comparable a la realització d'un mig esquat amb una càrrega extra del 70 % d'1RM.

Des del punt de vista de la mecànica es pot trobar una explicació al fenomen de la igualtat del TM respecte del mig esquat; es va realitzar una anàlisi cinemàtica del moviment d'un subjecte utilitzant el programa APAS View (figura 8) per tal de trobar la posició del centre de gravetat. Es pot apreciar que la distància entre la línia d'aplicació de la força, pes corporal en TM (figura 10) i pes corporal més sobrecarrega en mig esquat (figura 9), i l'eix del genoll, són distintes. En el cas del TM la distància és molt més gran, per tant, el moment, per a una mateixa força, és més gran com més gran és la distància. Perquè en mig esquat es doni el mateix moment de força que en TM, com que la distància és més petita en el primer, cal augmentar la força, en aquest cas el pes.

El fet de produir respostes neuromusculars equivalents al mig esquat sense sobrecarregar la columna vertebral pressuposa que aquest mitjà d'entrenament pot ser utilitzat de manera beneficiosa com a substitut de l'entrenament amb sobrecàrrega, en casos en què existeixi perill de lesió a la columna vertebral. A més a més, l'adaptació que té lloc en entrenar-se de forma isomètrica amb el TM causa un engrossiment del tendó rotular; això ha estat comprovat després de 6 setmanes d'entrenament a través de l'avaluació ecogràfica (García-Manso *et al.* 2004). Encara que en el nostre estudi no hem realitzat control ecogràfic, no seria gens estrany que aquest engrossiment del tendó es produís també en entrenar amb el TM de forma dinàmica.

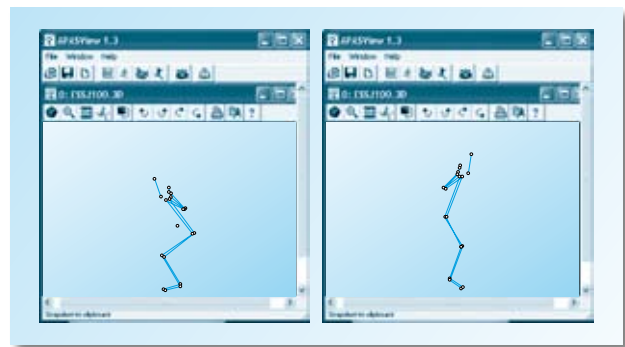
Els resultats que hem trobat respecte de la percepció d'esforç semblen estar d'acord amb els expressats per Moura *et al.* (2003) i Jackson i Dishman (2000), els quals afirmen que l'escala de percepció d'esforç és un mètode efectiu per al control de la intensitat en realitzar un exercici.

A la llum de tot el que hem exposat anteriorment, el TM es revela com un mètode barat, manejable i eficaç per al desenvolupament de la força del múscul vast extern del quàdriceps femoral. Seria convenient realitzar, en investigacions futures, una avaluació més profunda



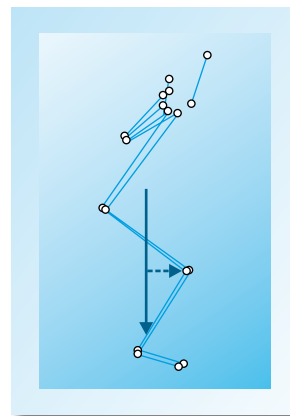
**Figura 7**

Percepció d'esforç dels subjectes durant l'execució del mig esquat i del tirant de musculació a diferents intensitats.



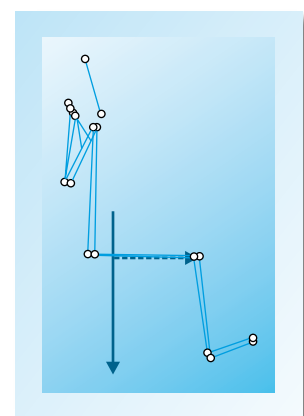
**Figura 8**

Anàlisi del centre de gravetat utilitzant el programa APASView 1.3.



**Figura 9**

Anàlisi del centre de gravetat del Mig Esquat.



**Figura 10**

Anàlisi del centre de gravetat del Tirant de Musculació®.

dels beneficis que produeix el TM a nivell fisiològic en comparació amb el mig esquat, com ara el fet de la prevenció de dany a la columna vertebral i l'engrossiment observat al tendó.

## Agraïments

Els autors volen expressar el més profund agraïment als subjectes que han constituït la mostra, per la dedicació i responsabilitat manifestada i per l'excel·lent clima de treball que ens han brindat. Igualment, es vol pronunciar la més sincera gratitud a la Dra. Elisa Muñoz Gomariz pel seu inestimable ajut en l'execució d'aquest treball.

No volem oblidar el Dr. Julio Tous, les informacions i suggeriments del qual ens han facilitat enormement la preparació i realització de l'estudi.

## Bibliografia

- Bosco, C.; Belli, A.; Astrua, M.; Tihanyi, J.; Pozzo, R.; Kellis, S.; Tarpela, O.; Foti, C.; Manno, R. i Tranquilli, C. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur J Appl Physiol* 70 (5), pàg. 379-386.
- Cram, J. R. i Pasmán, G. S. (1998). *Introduction to surface electromyography*, Gaithersburg, MD: Aspen.
- De Luca, C. (1997). The use of surface electromyography. *J Appl Biomech*, 13, pàg. 135-163.
- García-Manso, J. M.; Vázquez Pérez, I.; Hernández Rodríguez, R. i Tous Fajardo, J. (2002). Efectos de dos métodos de entrenamiento de fuerza sobre la musculatura extensora de la articulación de la rodilla. *Apunts Medicina Deportiva*, 139, pàg. 15-22.
- García-Manso, J. M.; Sarniento Ramos, L.; Ruiz Caballero, J. L.; Ortega Santana, F.; Lejido Arce, J.; Petit, M. i Vázquez Pérez, I. (2004). Reponse adaptative macroscopique du tendon rotulien a l'entraînement de force. *Sport & Science* (en premsa).
- Häkkinen, K.; Komi, P. V. i Kauhanen, H. (1997). Scientific evaluation of specific loading of the knee extensors with variable resistance, isokinetic and barbell exercises. *Med. Sport. Sci*, 26, pàg. 224-237.
- Jackson, A. W. i Dishman R. K. (2000). Perceived submaximal force production in young adult males and females. *Med Sci Sports Exerc*, 32(3), pàg. 448-451.
- Kreighbaum, E. i Barthels, K. M. Application of biomechanics to fitness activities. A E. Kreighbaum i K. M. Barthels, *Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement*, Boston: Allyn and Bacon, 1996.
- Moura, J. A.; Peripolli, J.; Zinn, J. L. (2003). Comportamento da percepção subjetiva de esforço da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. *Rev Bras Fisiol Exerc*, 2, pàg. 110-122.
- Newton, R. U.; Murphy, A. J.; Humphries, B. J.; Wilson, G. J.; Kraemer, W. J. i Häkkinen, K. (1997). Influence of load and stretching shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol*, 75, pàg. 333-342.
- Sahaly, R.; Vandewalle, H.; Driss, T. i Monod, H. (2001). Maximal voluntary force and rate of force development in humans- importance of instruction. *Eur J Appl Physiol*, 85, pàg. 345-350.
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 20(5), pàg. S135-S145.
- Siff, M. i Verkhoshansky, Y. V. (1996). *Supertraining. Special strength training for sporting excellence*. Escondido, CA: Sports Training.
- Tous, J. (2003). *Apuntes Master FCB de Alto Rendimiento en Deportes de Equipo*.
- Weir, J. P.; Mahoney, K. P.; Haan, K. G.; Davis, A. (1999). Influence of electrode orientation on electromyographic fatigue indices on the vastus lateralis. *JEP online*, 2(3), pàg. 15-22.