

# Anàlisi de la reproductibilitat en tres tests de salt amb plataforma de forces i contactes

**José Luis López Elvira**  
**Ignacio Grande Rodríguez**  
**Marta Meana Riera**

*Llicenciats en Ciències de l'Activitat Física i becaris d'investigació del laboratori de Biomecànica de l'INEF de Castilla y León*

**Xavier Aguado Jódar**

*Professor de Biomecànica en l'INEF de Castilla y León*

## Paraules clau

biomecànica, salts, potència, reproductibilitat, plataforma de forces, plataforma de contactes

## Abstract

*The object of this work is to know the recurrence that is produced in measuring power in the jump test, both in the test-retest and day-by-day and in the use of different measuring systems (force platform and contact platform). Due to the fact that our intention was to measure recurrence, we took into account and controlled a large number of factors which in some way could influence the results. We carried out an experimental design, in which we passed, in two days with a weeks interval between, the jump tests: without countermovement (SJ), with countermovement (CMJ), and horizontal with feet together (SLJ) on twelve male, PE students. We proved how the recurrence in the test-retest was good in the three tests we studied (SJ  $r=0.89$  and  $0.98$ ; CMJ  $r=0.86$  and  $0.99$ ; SLJ  $r=0.97$  and  $0.99$ ;  $p<0.001$ ); while in the day-to-day tests, although the values are also good, they are not quite so good (SJ  $r=0.76$ ; CMJ  $r=0.78$ ; SLJ  $r=0.75$ ;  $p<0.05$ ). On the other hand, the two systems of measurement we analysed measure in a similar way, however we have found differences of up to 7 cm, so, before beginning to evaluate a sportsman longitudinally, we will have to decide on a system and continue with it to the end. To sum up, whenever one wants to measure the power of a sportsman by means of jump tests, we will have to pay special attention and control all the external factors which are liable to modification and capable, in turn, of influencing the results.*

## Resum

L'objectiu del present treball és conèixer la reproductibilitat que presenta la mesura de potència en els tests de salt, tant en el test-retest i dia a dia, com en l'ús de diferents sistemes de mesura (la plataforma de forces i la plataforma de contactes). Ja que el que es va pretendre va ser mesurar la reproductibilitat, es van tenir en compte i es van controlar un gran nombre de factors que d'alguna manera podien influir en la consecució dels resultats. Es va portar a terme un disseny experimental en què es van passar, en dos dies amb una setmana de separació entre ells, els tests de salt: sense contramoviment (SJ), amb contramoviment (CMJ) i horitzontal a peus junts (SLJ), a 12 subjectes barons estudiants d'educació física. S'ha comprovat com la reproductibilitat en el test-retest és bona en les tres proves estudiades (SJ  $r = 0,89$  i  $0,98$ ; CMJ  $r = 0,86$  i  $0,99$ ; SLJ  $r = 0,97$  i  $0,99$ ;  $p < 0,001$ ), mentre que en el dia a dia, encara que els valors també són bons, no ho són tant (SJ  $r = 0,76$ ; CMJ  $r = 0,78$ ; SLJ  $r = 0,75$ ;  $p < 0,05$ ). D'altra banda, els dos sistemes de mesura analitzats mesuren de forma semblant, tanmateix s'han trobat diferències de fins a 7 cm, amb la qual cosa, abans de començar a avaluar longitudinalment un esportista, haurem de decantar-nos per un sistema i continuar amb ell fins al final.

En conclusió, sempre que es desitgi realitzar mesures de potència en un esportista mitjançant tests de salts, s'haurà de prestar atenció i controlar tots els factors externs susceptibles de ser modificats i capaços, alhora, d'influir en els resultats.

## Introducció

Des de fa anys, els tests de salt s'han anat conformant com una de les millors proves d'avaluació de la potència del tren inferior. La seva senzillesa, tant en el material emprat (una simple cinta mètrica) com en l'execució de cara al subjecte avaluat, fan que s'hagi estès la seva aplicació i, avui dia, figurei entre les bateries de tests d'avaluació de la condició física més conegudes. Tanmateix, malgrat la seva senzillesa aparent, aquestes proves presenten certs problemes. El present treball mostra la gran meticulositat que requereix el treball de camp, ja que, a l'hora de passar els tests, qualsevol distracció en principi inapreciable, pot fer que els resultats es contaminin.

Amb la finalitat de determinar aquests errors, es va portar a terme un disseny experimental amb el qual se pretenia avaluar la reproductibilitat dels tests de salt, tant de les seves característiques intrínseques (en el test-retest i en el dia a dia), com de les extrínseques, és a dir, les referents a l'aparell de mesura que s'utilitza; en aquest cas, entre una plataforma de forces i una plataforma de contactes. Els tests de salt triats van ser el salt sense contramoviment (S), el salt amb contramoviment (CMJ) i el salt horitzontal a peus junts (SLJ).

Malgrat que amb la plataforma de forces s'obtenen diverses variables del salt, per a calcular la reproductibilitat es va prendre únicament el valor del temps de vol, ja que el que interessa en aquest estudi és conèixer quant se salta i no si es fa d'una manera o d'una altra. Amb la plataforma de forces es va calcular el temps de vol per mitjà d'un programa informàtic anomenat *Potència* (López, 1998), que és capaç de calcular diverses variables a partir de la corba força-temps, entre elles el temps de vol, per mitjà del recompte directe sobre els registres de força dels milisegons que el subjecte està en l'aire (quan la força enregistrada sobre la plataforma és zero).

## Metodologia

Ja que el que es pretén és mesurar la reproductibilitat dels tests, cal posar especial èmfasi en l'elaboració dels protocols, de manera que quedin controlats tots els factors externs, fins al punt de tenir la seguretat de que aspectes tan aparentment indiferents com la llum ambiental, la temperatura o l'escalfament no influiran en els resultats obtinguts.

## Disseny experimental

El disseny experimental es va dividir en 4 parts, com es pot apreciar a la Figura 1. En primer lloc es van triar individus que, tot complint les característiques antropomètriques exigides amb la finalitat d'homogeneïtzar la població (es presenten més

endavant), hi participaran de forma voluntària seguint les normes sobre experimentació amb persones i animals. Un cop seleccionats els subjectes, se'ls van prendre mides antropomètriques de talla i pes. Posteriorment, se'ls va reunir a tots en un dia d'*entrenament* per tal d'explicar-los les proves que se'ls passaria, i es va deixar que assagessin el que calgués fins a aprendre-ho, tot això sota la supervisió de l'investigador. A partir d'aquí, es va citar a cada un en un dia i hora concrets, amb la condició que poguessin tornar una setmana després.

## Mostra seleccionada

Com en la resta d'aspectes del treball, es va buscar estandarditzar al màxim les característiques de la mostra. Per a això, en el moment de demanar voluntaris, es van imposar unes condicions amb un perfil concret: de sexe masculí, edat entre 19 i 24 anys, estatura entre 1,70 i 1,80 m, no sedentaris i no practicants d'esport federat, és a dir, que no realitzessin una activitat física que pogués ser considerada entrenament. Si bé és impossible aconseguir subjectes idèntics, cas que tampoc seria adequat ja que la validesa de la prova quedaria reduïda a les característiques d'aquesta mostra, es pot aconseguir disminuir la disparitat per mitjà d'una selecció apropiada, per tal d'homogeneïtzar les condicions de l'experiment.

Es va prendre una mostra de 12 subjectes barons estudiants d'educació física. A la Taula 1 es poden veure les característiques de la mostra.

## Material

Aquest apartat s'ha dividit en tres punts, tot classificant el material segons la fase de l'estudi en què es va utilitzar, com es descriu a continuació.

### Mesures antropomètriques:

- Cinta antropomètrica de sensibilitat 1 mm.
- Bàscula DETECTO amb sensibilitat 200 g.

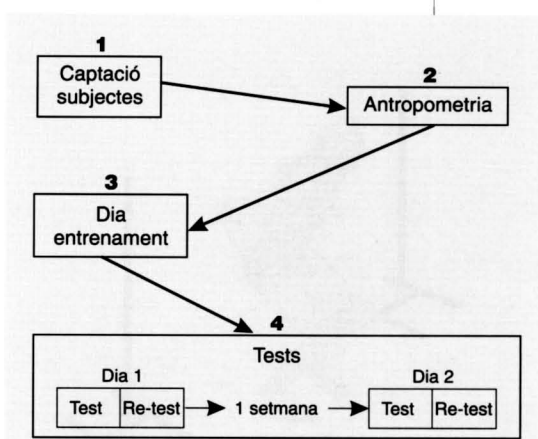


Figura 1. Esquema del disseny experimental seguit en l'estudi.

	EDAT	ALTURA	PES
$\bar{x}$	21,6	174,70	70,33
SD	1,65	4,24	5,46

Taula 1. Estadística descriptiva de les característiques de la població seleccionada. L'edat està expressada en anys, l'altura en cm i el pes en kg ( $n = 12$ ).

### Realització dels tests:

- Plataforma dinamomètrica amb tecnologia de captació extensiomètrica Dinascan 600 ME calibrada segons el mètode estandarditzat PDINC01-00, tot obtenint-se un resultat menor del 2% de variació en els components vertical i horitzontal. La reproductibilitat va ser calculada amb mesures estàtiques des de 25 kg fins a 350 kg. L'error relatiu va ser < 1,75% amb una diferència relativa < 1,20%. La plataforma va ser assentada damunt d'una placa metàl·lica pesada per tal d'evitar sorolls externs (Sebastián i cols., 1989; Aguado i Izquierdo, 1993).
- Ordenador PC Pentium 120 Mhz amb 16 Mb de RAM.
- Software propi de les plataformes Dinascan, v. 8.0.
- Cicloergòmetre de fre electromagnètic Ergo-Line D-7474 BITE.
- Goniòmetre Sulindal amb sensibilitat d'un grau.

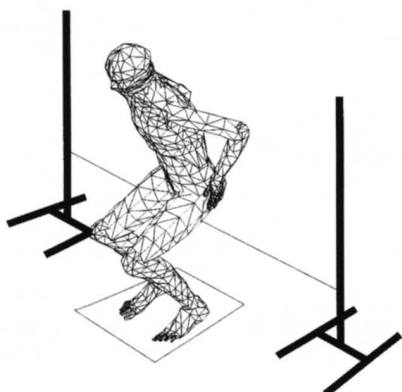


Figura 2. Representació del sistema emprat per a controlar els 90°.

- 2 suports de xarxa de bàdminton amb cinta mètrica adherida al cos.
- Goma elàstica per a col·locar entre els suports.
- Plataforma de contactes Ergo Jump Bosco System.

#### Tractament de dades:

- Programa informàtic *Potència*. Aquest programa és capaç d'extreure variables representatives dels salts (de força, de velocitat, d'impulsos, de potència i temporals) a partir dels registres de força vertical i horitzontal que aporten les plataformes.
- Full de càlcul Microsoft Excel v. 7.0.
- Statistica for Windows v.4.5.

### Protocol

El protocol va ser curosament elaborat i seguit amb cada subjecte, de manera que es va controlar el procés al mínim detall per tal d'assegurar que les condicions no variarien d'un subjecte a l'altre, ni dins d'un mateix subjecte del primer al segon dia.

Abans de començar a passar els tests es realitzava un escalfament de 12 min. de durada, igual per a tots els participants i supervisat per l'investigador. Era realitzat en el

mateix lloc en què es van desenvolupar les proves (el Laboratori de Biomecànica de l'INEF de Castella i Lleó) perquè els tests fossin passats immediatament després. L'escalfament va consistir en 5 min de pedaleig sobre un cicloergòmetre amb una potència regulada a 50 W, després 10 salts màxims consecutius i estiraments dels grans grups musculars de les extremitats inferiors. Un cop acabat l'escalfament es procedia a la realització dels tres tests en el següent ordre: SJ, CMJ i SLJ.

El descans entre intents no ha de ser llarg sinó més aviat el contrari (Bosco, 1994), de 15 s entre cada intent, que és el temps que es triga en guardar el fitxer a l'ordinador, i d'1 a 2 minuts entre test i test. Després de cada intent es motivava al subjecte amb paraules d'ànim ("ho has fet bé, però crec que en el següent intent ho podràs fer encara millor").

Es va permetre de realitzar dos intents d'escalfament abans de començar la mesura de cada test. També es van donar instruccions perquè després del salt caiguessin en el mateix lloc i posició de l'enlairament, amb la finalitat d'evitar errors en la mesura del temps de vol.

En les mesures dels salts verticals es va col·locar la plataforma de contactes damunt de la de forces, amb la qual cosa es va aconseguir que el temps mesurat amb totes dues plataformes fos el mateix i poguessin ser comparades. Les dues plataformes van ser ajustades a una freqüència de mostreig de 1000 Hz, amb la qual cosa es va obtenir una sensibilitat temporal de mil·lisegon.

Es va determinar, a l'SJ i el CMJ, fixar l'angulació dels genolls a 90° (Bosco i cols., 1983) per tal d'assegurar-se que les condicions eren idèntiques en tots els assaigs, ja que segons estudis anteriors d'altres autors, es demostra que la producció de força varia amb l'angle de l'articulació del genoll (Tihanyi i cols., 1982; Jaric i cols., 1989; Locatelli, 1990). També es va limitar l'acció de la part superior del cos tot mantenint el tronc dret i les mans a la cintura. Tanmateix a l'SLJ, i seguint el protocol de la Bateria Eurofit (1983), es va permetre de realitzar moviments de braços i tronc mentre no es

produïssin moviments de presa d'impuls amb els peus fins el moment de l'enlairament.

Per tal de controlar els 90° es va construir un petit sistema de referència format per dues barres laterals i una goma elàstica subjunta entre totes dues (Figura 2). Es col·locava el subjecte a la plataforma amb els talons a l'alçada d'una línia marcada i en la posició de semi-squat amb els genolls flexionats fins a formar 90° i els talons a terra. En aquest moment s'ajustava la goma elàstica a l'altura dels glutis de manera que ja quedava marcada per als salts.

Respecte de l'SLJ, es van realitzar les batudes sobre la plataforma de forces i la distància assolida era mesurada amb cinta mètrica.

### Tractament de dades

En primer lloc es va fer servir el programa *Potència*, amb el qual es van extreure els valors del temps de vol de tots els salts. Es van considerar com a variables d'estudi el temps de vol a l'SJ i CMJ (els salts verticals) i la distància assolida a l'SLJ, ja que són aquestes les que determinen el rendiment. En l'estudi de la reproductibilitat es va analitzar l'error metòdic, el coeficient de variació en funció de l'error metòdic i el coeficient de correlació de Pearson. També es va aplicar la prova de la T de comparació de mitjanes en el càlcul de la reproductibilitat entre la plataforma de contactes i la plataforma de forces.

### Resultats

Presentem a continuació els resultats obtinguts referents a la reproductibilitat en el test-retest (Taula 2) i en el dia a dia (Taula 3). Respecte de la comparació entre la plataforma de forces i de contactes, s'han fet els càlculs únicament amb els dos salts verticals, ja que en el salt horitzontal no es pot utilitzar la plataforma de contactes per a mesurar la distància assolida. A la Taula 4 s'observen les dades de l'estadística descriptiva i a la Taula 5 els de la reproductibilitat.



## Discussió

En els tres tests s'aprecia una alta reproductibilitat en el test-retest del primer i del segon dia per separat (SJ  $r = 0,89-0,98$ ,  $p < 0,001$ ; CMJ  $r = 0,86-0,99$ ,  $p > 0,001$ ; SLJ  $r = 0,97-0,99$ ,  $p < 0,001$ ). Les dades obtingudes s'acosten a les de Vitasalo (1985) en un estudi en què es mesurava la reproductibilitat del test-retest a l'SJ i el CMJ tot obtenint correlacions de 0,93 i 0,95 respectivament. Si s'observen més detingudament els resultats del primer i segon dia i es comparen, es veu que en els tres tests de salt es produeix una millora en la reproductibilitat del segon dia respecte del primer. Aquesta millora podria ser atribuïda a l'aprenentatge que es produeix d'un dia per l'altre, malgrat haver realitzat prèviament un entrenament dels tests per evitar-ho. Tanmateix, en el salt horitzontal la millora és mínima, ja que s'observa que la reproductibilitat és gairebé màxima els 2 dies. El que suggereix aquest fet és que el salt horitzontal, en ser un test més conegut i practicat pels subjectes, està més automatitzat, i per tant cada intent és realment màxim. És conegut que el salt horitzontal està inclòs en multitud de proves selectives d'accés a diferents organismes i que és freqüentment realitzat per l'individu al llarg de la seva escolarització, a diferència del CMJ i més encara de l'SJ. Així doncs, a la llum dels resultats obtinguts, es pot dir que el test SLJ és el més reproduïble dels tres tests de salt analitzats, malgrat les crítiques que ha rebut donada la seva complexitat tècnica (Izquierdo i cols., 1994; Aguado i Izquierdo, 1995).

Respecte de la reproductibilitat en el dia a dia, com és d'esperar, els coeficients de correlació decauen, encara que segueixen sent bons (SJ  $r = 0,76$ ,  $p = 0,004$ ; CMJ  $r = 0,78$ ,  $p = 0,015$ ; SLJ  $r = 0,75$ ,  $p = 0,004$ ), alhora que els coeficients de variació també empitjoren lleugerament en els tres tests (SJ = 3,76%; CMJ = 3,03%; SLJ = 2,74%). Tot això passa malgrat haver tingut en compte el major nombre de condicions externes possible. L'explicació pot trobar-se en què hi ha factors que no arriben a ser controlats del tot, com són l'estat anímic del subjecte, les hores des de l'últim àpat, etc. i que afecten el resul-

	SJ		CMJ		SLJ	
	Dia 1	Dia 2	Dia 1	Dia 2	Dia 1	Dia 2
Error metòdic	0,013	0,006	0,011	0,004	0,03	0,01
Coef. variació (%)	2,45	1,14	1,83	0,68	1,17	0,55
Coef. correlació ( $p < 0,001$ )	0,89	0,98	0,86	0,99	0,97	0,99

Taula 2. Resultats en la reproductibilitat del test-retest. L'error metòdic ve expressat en m en els dos salts verticals (SJ y CMJ), i en s en el salt horitzontal (SLJ).

tat. Així doncs, en realitzar el seguiment d'esportistes per mitjà de tests de salts, s'haurà de ser extremadament rigorós amb els protocols, ja que les seves pròpies característiques fan que es produeixin certes diferències en els resultats que podrien enganyar l'avaluació de l'entrenament.

Quant a la reproductibilitat entre la plataforma de forces i la de contactes, es va trobar una bona correlació en els dos tests verticals entre les dues plataformes; més eleva-

	SJ	CMJ	SLJ
Error metòdic	0,020	0,018	0,06
Coef. variació (%)	3,76	3,03	2,74
Coef. correlació ( $p < 0,05$ )	0,76	0,68	0,75

Taula 3. Resultats de la reproductibilitat del dia a dia. L'error metòdic ve expressat en s (SJ i CMJ) i en m (SLJ).

	SJ			CMJ		
	PF	PC	PF-PC	PF	PC	PF-PC
Mitjana	0,525 $p < 0,001$	0,518 $p < 0,001$	0,010	0,582 n.s.	0,576 n.s.	0,006
Desviació estàndard	0,039	0,038	0,013	0,030	0,037	0,024
Màxim	0,580	0,574	0,021	0,638	0,651	0,050
Minim	0,457	0,451	-0,037	0,522	0,518	-0,046

Taula 4. Resultats de l'estadística descriptiva que comparen la plataforma de forces (PF) amb la plataforma de contactes (PC).

da a l'SJ, amb una  $r = 0,94$  ( $p < 0,001$ ), enfront d'una  $r = 0,76$  ( $p < 0,001$ ) en el CMJ. Com es pot observar, en els dos tests els resultats són molt similars, tanmateix en el CMJ es produeix una dispersió major. Els resultats s'acosten als presentats en estudis anteriors per altres autors (Virmavirta i cols., 1995) on es van trobar correlacions de 0,90 a l'SJ i 0,66 en el CMJ. Si analitzem el coeficient de variació de l'error metòdic, observem també com en el CMJ el valor és

	SJ (n = 22)	CMJ (n = 21)
Error metòdic	0,009	0,017
Coef. variació (%)	1,73	2,94
Coef. correlació ( $p < 0,001$ )	0,94	0,76

Taula 5. Resultats de l'anàlisi de la reproductibilitat entre la plataforma de forces i de contactes. L'error metòdic ve expressat en s.

més elevat, la qual cosa dóna idea d'una menor constància en les diferències entre una plataforma i una altra en aquest test. Hom creu que la major dispersió del CMJ és degut a l'increment de l'amplitud del moviment, alhora que els temps de vol són majors que a l'SJ, amb la qual cosa sembla lògic pensar que, d'haver diferències en la mesura del temps, aquestes es manifestin en major mida com major sigui la magnitud que mesuren. En aquest sentit, hem d'esperar que si es realitzessin els mateixos càlculs amb el test d'Abalakov (amb ajut dels braços) i del salt en caiguda (DJ), en què s'assoleixen altures de vol majors, la dispersió dels resultats seria encara major.

Els valors mitjans dels temps de vol obtinguts amb la plataforma de contactes són menors que els de la plataforma de forces. Tanmateix les diferències en les mesures del temps no són constants. És a dir, unes vegades resulta major la mesura d'una plataforma i d'altres la de l'altra. Si s'atén a la prova de la T de comparació de mitjanes, indica que en el CMJ no existeixen diferències significatives, mentre que a l'SJ les diferències són significatives amb una  $p < 0,001$ . Aquesta dada pot portar a engany si es llegeix aïlladament ja que xoca amb els bons valors anteriors del coeficient de correlació i l'error metòdic. El que passa és que com la prova de la T fa una comparació de mitjanes; en el CMJ les diferències mitjanes entre les dues plataformes són menors que a l'SJ; tanmateix com es pot veure amb la correlació, la dispersió de punts és major, amb la qual cosa queden compensats els valors positius amb els negatius de manera que al final resulten unes mitjanes igualades.

En principi els dos instruments mesuren de forma molt similar: la diferència en altura entre les mitjanes és només 8 mm en un salt de 41 cm. Tanmateix, i portant-lo a l'extrem, si es pren la major diferència entre les dues plataformes, que va ser de 0,05 s, resulta una diferència de 7 cm en el mateix salt de 41 cm. Aquest error pot suposar la millora d'un esportista després de 6 mesos d'entrenament específic. D'això es conclou

que, a l'hora de fer el seguiment d'un esportista, un cop triat un sistema o l'altre, les mesures haurien de realitzar-se sempre amb el mateix instrument de cara a minimitzar el màxim possible els errors produïts.

### Conclusions

- La reproductibilitat test-retest aporta resultats molt bons en les tres proves de salt analitzades. En el dia a dia els valors calculats són una mica pitjors, encara que havent controlat els protocols al màxim.
- En passar els tests durant el seguiment d'un esportista s'haurà de tenir molta cura amb els protocols. Hauran de passar-se amb meticulositat, ja que qualsevol factor extern pot alterar els resultats considerablement, el que fa que atribuïm millores o pitjores al fruit de l'entrenament quan en realitat són degudes a errors metodològics.
- A l'hora de passar tests que avaluïn l'evolució d'un esportista, s'haurà de triar adequadament el tipus de prova, ja que el fet de tenir o no tenir automatitzat el gest influirà en els resultats. Si s'escull un test desconegut per a l'esportista, com més avançat s'estigui en el procés d'avaluació (al llarg de la temporada), millors resultats obtindrà com a conseqüència de l'aprenentatge.
- Tenint en compte la reproductibilitat, l'SLJ pot ser considerat el millor test malgrat les crítiques rebudes degut a la seva alta complexitat tècnica. En tractar-se d'un test més conegut i practicat pels subjectes (el seu ús es troba molt estès per la seva escassa necessitat de mitjans materials), és més fàcil que aportï millors resultats en el test-retest i el dia a dia.

### Bibliografia

AGUADO, X. i IZQUIERDO, M. (1993). "Instalación de dos Plataformas de Fuerza en el INEF de Castilla y León para Análisis de la Marcha y Gestos Deportivos", *Libro de comunicados*,

*Primer Congreso de Ciencias de la Educación Física y recreación*, núm. 1, pàg. 25.

– (1995). "La detente horizontal. Estudio cinemático y cinético de 64 casos en las pruebas de ingreso en el INEF de León", *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. XII, núm. 46, pàg. 93-104.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P. i KOMI, P.K. (1983). "A simple method for measurement of mechanical power in jumping", *European Journal of Applied Physiology*, núm. 50, pàg. 273-282.

BOSCO, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*, Paidotribo, Barcelona.

EUROFIT (1983). "Une batterie européenne de test pour l'évaluation de l'aptitude motrice", Lovaina, CDDS.

IZQUIERDO, M.; GONZÁLEZ J. L. i AGUADO, X. (1994). "Análisis biomecánico de la detente horizontal. Consideraciones respecto a su uso como test de fuerza del tren inferior", *Perspectivas de la Actividad Física y el Deporte*, núm. 15, pàg. 2-8.

JARIC, S.; RISTANOVIC, D. i CORCOS, D. M. (1989). "The relationship between muscle kinetic parameters and kinematic variables in a complex movement", *European Journal of Applied Physiology*, núm. 59, pàg. 370-376.

LOCATELLI, E. (1990). "La fuerza". *Atletica Leggera*. Traducció de Miguel Vélez. Sant Cugat.

LÓPEZ, J. L. (1998). *Desarrollo de un nuevo software para el cálculo de la potencia mecánica en el salto con plataforma de fuerzas. Estudio de la reproducibilidad de los valores obtenidos en diversos tests de saltos*, Tesina Universidad de León.

SEBASTIÁN, C.; NAVARRO, E. i GONZÁLEZ, E. (1989). "Plataforma de fuerzas. Un ejemplo práctico de su utilización en el análisis de las técnicas deportivas", *Apunts d'Educació Física i Esports*, núm. 15, pàg. 29.

TIHANYI, J.; APOR, P. i PETREKANITS, M. (1982). "Force - Velocity - Power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles", *European Journal of Applied Physiology*, núm. 48, pàg. 331.

VITASALO, J. T. (1985). "Measurement of force-velocity characteristics for sportsmen in field conditions", *Biomechanics IX-A*, pàg. 96.

VIRMAVIRTA, M.; AVELA, J. i KOMI, P. (1995). "A comparison of different methods to determine the take-off velocity in vertical jumps", *Abstracts of the International Society of Biomechanics, XVth Congress, Jyväskylä*, núm. 1, pàg. 972.