

Fuerza máxima dinámica y rendimiento en dos pruebas de la resistencia a la fuerza con cargas submáximas en el ejercicio de squat 90°: análisis de la asociación entre 1rm, nrm y parámetros mecánicos

Artículo Original

Eliseo Iglesias Soler¹

eisoler@yahoo.com

Oscar Carballo Iglesias²

carballo@yahoo.com

Iván Clavel San Emeterio²

ivanclavel@gmail.com

Xurxo Dopico Calvo¹

xurxo@yahoo.com

Jose Luís Tuimil López¹

jose.tuimil@yahoo.com

Paula María Díaz Santos³

paulamaria_ds@yahoo.com

Estélio H.M. Dantas⁴

estelio@cobrase.org.br

¹Departamento de Educación Física e Deportiva-Universidade da Coruña (Espanha)²DEA, Universidad de A Coruña (Espanha)³Profesora de Ensino Secundario. Xunta de Galicia⁴Universidade Castelo Branco (Brasil)

Soler EI, Iglesias OC, Emeterio ICS, Calvo XD, López JLT, Santos PMD, et al. Fuerza máxima dinámica y rendimiento en dos pruebas de la resistencia a la fuerza con cargas submáximas en el ejercicio de squat 90°: análisis de la asociación entre 1RM, NRM y parámetros mecánicos. *Fit Perf J.* 2007;6(3):172-80.

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue valorar la asociación entre la Fuerza Máxima Dinámica (FMD) y el Número Máximo de repeticiones (NRM) en el ejercicio de *Squat* con 90° de flexión de rodillas (Sq90), así como con parámetros dinámicos. **Metodología.** En 9 estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, familiarizados con SQ90, se obtuvieron dos parámetros de FMD: 1 Repetición Máxima (1RM) y 1 RM relativo al peso corporal (RM/PC). Posteriormente se realizó una prueba (RF90) consistente en realizar el máximo número de series de 1 repetición de Sq90 con una carga del 90% de 1 RM y 30" de recuperación. En 7 sujetos se obtuvo asimismo el NRM con el 70% de 1Rm (RF70) **Resultados.** Se halló una gran dispersión en los valores NRM (RF90: 13±10,86; RF70: 32,28±13,80). No se hallaron correlaciones estadísticamente significativas entre NRM y 1RM o entre NRM y RM/PC. Asimismo no existió asociación entre 1RM y los índices de modificación de rendimiento dinámico en RF90 o en RF70. La correlación fue altamente significativa entre RM/PC y el valor porcentual de la media de potencia respecto a la repetición de máxima potencia en RF70 ($r=-0.911$; $p=0.004$). **Conclusión:** Los datos del presente trabajo muestran una variabilidad en el rendimiento de pruebas de resistencia a la fuerza especialmente marcada para RF90. Los resultados no permiten confirmar que esta diversidad sea dependiente del nivel de desarrollo de FMD.

Palabras clave: fuerza, resistencia muscular, *squat*, Porcentaje repetición máxima

Dirección para correspondencia: Eliseo Iglesias Soler - Facultade de Ciencias do Deporte e a Educación Física - Avda. Ernesto Che Guevara, 121 - Pazos-Liáns - 15179 Oleiros-A Coruña (Espanha)

Fecha de Recibimiento: enero / 2007

Fecha de Aprobación: marzo / 2007

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

RESUMO

Força máxima dinâmica e rendimento em duas provas de resistência à força com cargas submáximas no exercício de agachamento 90°: análise da associação entre 1RM, NRM e parâmetros mecânicos

Introdução: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a associação entre a Força Máxima Dinâmica (FMD) e o Número Máximo de Repetições (NRM) no exercício de agachamento com 90° de flexão de joelhos (SQ90), bem como com parâmetros dinâmicos. **Materiais e métodos:** Com 9 estudantes de Ciências da Atividade Física e do Esporte, familiarizados com SQ90, se obteve dois parâmetros de FMD: 1 Repetição Máxima (1RM) e 1 RM relativo ao peso corporal (RM/PC). Posteriormente, foi realizada uma prova (RF90) que consiste em obter o número máximo de séries de 1 repetição de SQ90 com uma carga de 90% de 1 RM e 30s de recuperação. Com 7 sujeitos, se obteve o NRM com 70% de 1RM (RF70). **Resultados:** Foi encontrada uma grande dispersão nos valores NRM (RF90: $13 \pm 10,86$; RF70: $32,28 \pm 13,80$). Não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre NRM e 1RM ou entre NRM e RM/PC. Assim mesmo, não existiu associação entre 1RM e os índices de modificação de rendimento dinâmico em RF90 ou em RF70. A correlação foi altamente significativa entre RM/PC e o valor percentual da média de potência, com respeito à repetição de máxima potência em RF70 ($r = -0,911$; $p = 0,004$). **Conclusão:** Os dados do presente trabalho mostram uma variabilidade no rendimento de provas de resistência à força especialmente marcada para RF90. Os resultados não permitem confirmar que esta diversidade seja dependente do nível de desenvolvimento de FMD.

Palavras-chave: força, resistência muscular, agachamento, porcentagem de repetição máxima.

INTRODUCCIÓN

La relación inversa entre el número máximo de repeticiones posibles y la intensidad relativa de la carga manoseada es reunida con frecuencia en la literatura y utilizada de ordinario en la estructura del entrenamiento^{1,2,3}. Esa relación se contempló en la elaboración de múltiples fórmulas que permiten estimar la máxima carga mobilizable de los sujetos (1RM) a partir del número de repeticiones efectuadas con cargas submáximas^{4,5,6,7,8,9,10,11,12} o a partir de la carga asociada a un determinado número máximo de repeticiones (NRM)^{13,14,15,16}. Sin embargo, factores tales como la experiencia o nivel de muestras, el sexo de los sujetos, el tipo de ejercicio o el ritmo de ejecución afectan esta relación^{17,18,19,20,21,22,23,24,25} en ocasiones en que se propone el parámetro NRM como definidores correcto de las zonas de entrenamiento²⁶.

Por otro lado, diferentes trabajos están reflejando diferencias en el rendimiento obtenido con un mismo ejercicio realizado con máquina o peso libre^{26,27}, siendo explicados estos resultados en virtud de las mayores demandas de intervención de músculos fijadores y sinergistas así como de la demanda de acciones estabilizadoras en los ejercicios con peso libre. El caso del ejercicio de *squat*, la importancia de los mecanismos equilibradores, así como su carácter poli-articular^{28,29,30,31} implica que tanto el 1RM como el NRM con cargas submáximas respondan a factores limitativos diversos.

Además, el valor NRM puede verse afectado por las adaptaciones agudas generadas por la ejercitación repetida. La este respeto varios autores indican la coexistencia de procesos de potenciación y fatiga^{32,33,34,35}, predominando las primeros a sujetos entrena-

ABSTRACT

Dynamic maximum force and performance in two tests of the resistance to the force with submaximum loads in the squat 90° exercise: analysis of the association between 1RM, NRM and mechanical parameters

Introduction: The purpose of the present work was to value the association between Dynamic Maximum Strength (FMD) and the Repetition Maximum Number (NRM) in the Squat exercise with knees bended at 90° (SQ90), as well as with dynamic parameters. **Materials and methods:** Using 9 students of Sciences of the Physical Activity and Sports, familiarized with SQ90, two parameters of FMD were obtained: 1 Repetition Maximum (1RM) and 1 RM relative to the corporal weight (RM/PC). A test (RF90) that involved performing the maximum serial number of 1 repetition of SQ90 with a load of 90% of 1 RM and 30sec of recovery, was done later. With 7 people the NRM with 70% of 1Rm was also obtained (RF70). **Results:** There was a great dispersion in NRM values (RF90: 13 ± 10.86 ; RF70: 32.28 ± 13.80). There were not statistically significant correlations between NRM and 1RM or NRM and RM/PC. There was no association among 1RM and dynamic modification rates in RF90 or RF70. Correlation was highly significant between RM/PC and the percentile value of the average power with respect to the repetition of maximum power in RF70 ($r = -0.911$; $p = 0.004$). **Conclusion:** The dates of the present work show variability in performance of resistance tests to the strength, specially particularly in RF90. The results do not allow us to confirm that this diversity is dependent on development of FMD

Keywords: force, muscular endurance, squat, Percentage Repetition Maximum.

dos y los segundos en sujetos no entrenados^{33,34,36,37}. En este sentido, Hamada *et al*³³ señalan que la resistencia a la fatiga constituye un elemento que ayuda al predominio de los factores potenciadores, por ello sujetos con una mayor resistencia al trabajo de pre-activación aprovecharían mejor su efecto positivo. En este sentido, se tenemos en cuenta que el entrenamiento con cargas altas parece incidir sobre la resistencia a la fuerza de alta intensidad^{34,38} cabría esperar que de existe asociación entre el 1RM y el NRM, dicha relación fuese más señalada con cargas que representasen altas porcentajes del 1RM.

Por todo eso, el propósito de este trabajo fue a valorar la asociación entre la Fuerza Máxima Dinámica (FMD) y el NRM con cargas submáximas de diferente magnitud (90 y 70% 1RM), así como con parámetros dinámicos registrados a lo largo la obtención de cada NRM. Además, fue objetivo del presente trabajo desarrollar las valoraciones a través de un ejercicio de uso habitual en el acondicionamiento físico, poli-articular y que compuesta altas demandas de equilibrio: *Squat* con flexión de rodillas de 90° efectuado con peso libre (Sq90).

MÉTODO

Muestra

La muestra fue constituida por 9 estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Todos los sujetos habían sido informados de las características de la estructura y firmaron lo correspondiente consentimiento informado escrito. El procedi-

miento se realizó respetando los principios de la Declaración de Helsinki.

Evaluación de la Muestra

Además de por edad, estatura y peso, cada sujeto fue caracterizado por su fuerza máxima dinámica (FMD) en el ejercicio SQ90 tanto en términos absolutos (1RM) como relativos a su peso corporal (RM/PC).

Por otro lado, cada sujeto realizó una prueba de resistencia a la fuerza con cargas correspondientes a 90% de 1RM (RF90). Tal prueba consistió en la realización de máximo número de repeticiones, con una recuperación entre ellas de 30", siendo interrumpido el test en los casos de discapacidad del sujeto para completar el movimiento, o de alcanzar un número máximo de 30 ejecuciones. El tiempo de recuperación era contabilizado desde el instante en que lo sujeto depositaba la barra en los soportes.

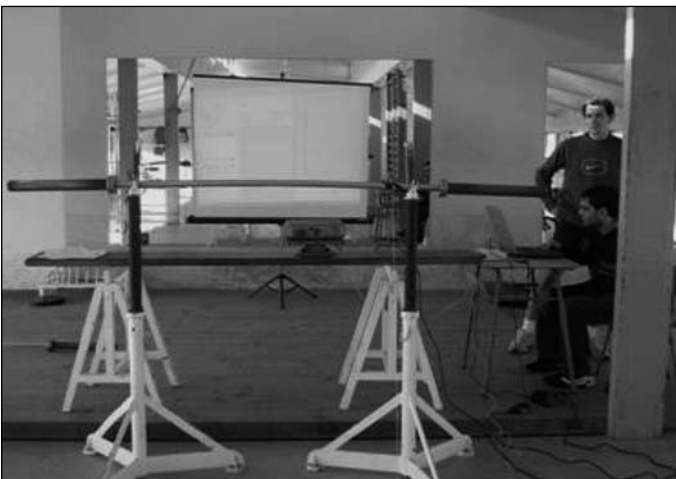
Además, 7 sujetos de la muestra realizaron una prueba de resistencia a la fuerza con cargas de 70% de 1RM (RF70) consistente en efectuar correctamente el máximo número de repeticiones de Sq90, con un intervalo entre repeticiones de 2".

Registros mecánicos

Tanto durante la obtención de 1RM como a lo largo de la realización de RF90 y de RF70 se empleó el dispositivo Muscle Lab 4000 conectado a un ordenador portátil Acer Travel Mate 290 LCi. EL dispositivo citado recibía la señal de uno encóder lineal unido a la barra, lo que permitió la obtención de parámetros mecánicos de la ejecución, tales como potencia y velocidad. Además, tal dispositivo permitía obtener para cada sujeto un gráfico de posición correspondiente a la altura de la barra asociada a los 90° de flexión de rodillas. El gráfico era mostrado en una pantalla situada a la frente del ejecutante mediante un proyector NEC VT45, de manera que este debía efectuar la fase original hasta la posición indicada (Figura 1). Esta posición se había establecido previamente mediante el uso de uno goniómetro manual Jamar durante la realización de Sq90 sin sobrecarga

De todos los parámetros registrados, y a respeto la RF70 como la RF90, habían sido seleccionados los relativos a la potencia media desarrollada de cada repetición. Además, fue considerada la velocidad media de cada repetición, al ser este un valor

Figura 1. Disposición del material



comparable entre los sujetos con independencia de la carga absoluta movilizada.

De todos los valores obtenidos, los siguientes habían sido empleados como variables:

- Potencia media de la primera repetición: PM1
- Potencia media de la repetición con mejor rendimiento: PMX
- Potencia media de la última repetición: PMU
- Potencia media de la repetición con menor rendimiento: PMI
- Potencia media de todas las repeticiones: PME
- Velocidad media de la primera repetición: VM1
- Velocidad media de la repetición con mejor rendimiento: VMX
- Velocidad media de la última repetición: VMU
- Velocidad media de la repetición con menor rendimiento: VMI
- Velocidad media de todas las repeticiones: VME

Además, los valores representativos de los cambios experimentados en el rendimiento a lo largo de RF70 y RF90 se consideraron los siguientes valores porcentuales:

- PMU referente a la PM1: PMU/PM1
- PMI referente a la PM1: PMI/PM1
- PME referente a la PM1: PME/PM1
- PM1 referente a la PMX: PM1/PMX
- PMU referente a la PMX: PMU/PMX
- PMI referente a la PMX: PMI/PMX
- PME referente a la PMX: PME/PMX
- PMI referente a la PMU: PMI/PMU
- VMU referente a la VM1: VMU/VM1
- VMI referente a la VM1: VMI/VM1
- VME referente a la VM1: VME/VM1
- VM1 referente a la VMX: VM1/VMX
- VMU referente a la VMX: VMU/VMX
- VMI referente a la VMX: VMI/VMX
- VME referente a la VMX: VME/VMX
- VMI referente a la VMU: VMI/VMU

Procedimiento

De manera previa al desarrollo del experimento, los componentes de la muestra se habían sometido a un proceso de familiarización con SQ90, siendo guiada la ejecución en función de las pautas marcadas por Chandler & Stone ³⁹.

Posteriormente, se puso en marcha el procedimiento de obtención del 1RM individual. Para eso habían sido efectuadas 3 mediciones de 1RM en el transcurrir de un mes para asegurar la precisión del dato ⁴⁰. El resultado del último test fue considerado como valor de referencia. Con una semana de intervalo, aconteció una prueba de resistencia a la fuerza con cargas correspondientes a 90% (RF90). Por último, tras una semana de intervalo la RF90, 7 sujetos de la muestra llevaron a cabo la RF70.

Análisis estadística

Los resultados habían sido analizados mediante el programa SPSS 14.0 para Windows. De cada variable considerada, habían sido obtenidos estadísticos descriptivos, tales como media, desvío típico (dt) y categoría (máximo y mínimo). Para determinar la normalidad de la muestra referente a cada una de las variables se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Por último la asociación entre las variables fue analizada mediante el coeficiente de correlación

de Pearson, en el caso de cumplirse el criterio de normalidad en las dos variables, o mediante el coeficiente de correlación de Spearman (ρ de Spearman). El nivel de significación del estadístico de contraste fue establecido en $p=0,05$.

RESULTADOS

Las características de las muestras correspondientes a las pruebas RF90 y RF70, así como el resultado NRM obtenido en ellas aparecen descritos en las tablas 1 y 2.

Como si puede observar el número medio de repeticiones completadas en RF90 fue de $13 \pm 10,86$, lo que demuestra una gran dispersión de los datos con un coeficiente de variación (CV) de 0,83. En concreto 2 de los 9 componentes de la muestra alcanzaron el máximo prefijado de 30 repeticiones. Excluyendo el estos sujetos, el valor del NRM en esta prueba fue de $8,14 \pm 5,78$, lo que supone uno CV de 0,71, inferior al anterior, pero de nuevo indicativo de una gran dispersión en los resultados obtenidos.

El referido la RF70, el NRM se situó en un valor mediano de $32,38 \pm 13,80$, lo que supone uno CV de 0,42. En este caso el valor máximo fue de 60 y fue alcanzado por sólo 1 sujeto de los 7 de la muestra. El análisis de los datos, una vez excluido este valor arrojó uno NRM mediano de $27,66 \pm 7,03$, lo que supone uno CV de 0,25. En conjunto, los datos indican una menor dispersión de los datos correspondiente a RF70 con respecto a los obtenidos en RF90.

Los resultados mecánicos absolutos y relativos correspondientes a la prueba RF90 se resume en la tabla 3. Por otro lado, los resultados mecánicos absolutos y relativos correspondientes a la prueba RF70 son recogidos en la tabla 4.

Tabla 1. Características físicas de la muestra que completó RF90 (n = 10). Se incluyen valores del test de 1 repetición máxima tanto en términos absolutos (1RM) como relativos al peso corporal del individuo (RM/PC), así como el número de repeticiones completadas en esa prueba (NRM90). (dt. = desvío típico).

	Media	Mínimo	Máximo	dt.
Edad (años)	22,44	19,00	25,00	2,00
Estatura (cm)	179,22	174,00	186,00	4,76
Peso (kg)	81,25	66,00	92,00	8,04
RM (kg)	193,33	140,00	250,00	33,16
RM/PC	2,39	1,77	3,33	0,44
NRM90 (repeticiones)	13,00	2,00	30,00	10,86

Tabla 2. Características físicas de la muestra que completó RF70 (n = 7). Se incluyen valores del test de 1 repetición máxima tanto en términos absolutos (1RM) como relativos al peso corporal del individuo (RM/PC), así como el número de repeticiones completadas en esa prueba (NRM70) (dt. = desvío típico).

	Media	Mínimo	Máximo	dt.
Edad (años)	23,28	21,00	25,00	1,25
Estatura (cm)	178,85	174,00	186,00	4,77
Peso (kg)	79,18	66,00	92,00	7,97
RM (kg)	190,00	140,00	250,00	37,41
RM/PC	2,41	1,77	3,33	0,50
NRM70 (repeticiones)	32,28	14,00	60,00	13,80

La asociación entre 1RM, 1RM/PC y los NRM alcanzados en la prueba RF90 (NRM90) y RF70 (NRM70) se contemplan en la tabla 5.

Como si observa, solamente fue detectado correlaciones estadísticamente significativas entre los dos valores de FMD ($r=0,858$; $p=0,006$) y entre las dos variables de resistencia a la fuerza ($r=0,795$; $p=0,032$). Referente a la asociación entre los parámetros de fuerza y los de resistencia a la fuerza (NRM), no se obtuvo niveles estadísticamente significativos, y sólo ese apreciaron una tendencia entre 1RM y NRM70 ($r= -0,694$; $p=0,084$).

El análisis de la asociación entre los parámetros de FMD y las variables de potencia en la prueba RF90 se incluye en la tabla 6.

La correlación entre 1RM y las variables de potencia sólo alcanzó significación estadística con PMI ($r=0,779$; $p=0,013$), existiendo una tendencia con PMI/PM1 ($r=0,655$; $p=0,055$). El caso de RM/PC, la asociación fue estadísticamente significativa con PMU ($r=0,676$; $p=0,046$), PMI ($r=0,788$; $p=0,012$) y PMI/PM1 ($r= 0,679$; $p=0,044$), mientras que hubo tendencias con PME ($r=0,600$; $p=0,087$), PMU/PM1 ($r=0,649$; $p=0,059$) y PME/PM1 ($r= 0,649$; $p=0,059$).

La asociación de parámetros de fuerza máxima dinámica, y las volubles de velocidad en la prueba RF90 se analiza en la tabla 7.

1RM no correlacionó con ninguno de los parámetros de velocidad considerados. El caso de RM/PC la asociación fue significativa con VMI/VM1 ($r= 0,682$; $p=0,043$), encontrando tendencias

Tabla 3. Valores de las variables mecánicas correspondientes a RF90 (n=9). (dt= desvío típico).

	Media	Mínimo	Máximo	dt.
PM1 (W)	513,33	400,40	757,50	107,28
PMX (W)	612,58	438,80	806,60	155,58
PMU (W)	423,86	181,80	613,10	126,50
PMI (W)	350,52	181,00	500,70	108,67
PME (W)	489,43	342,44	683,58	113,64
PMU/PM1 (%)	82,33	45,40	107,46	20,19
PMI/PM1 (%)	68,76	45,20	100,00	20,41
PME/PM1 (%)	95,39	80,00	112,82	12,23
PMU/PMX (%)	69,54	41,43	100,00	16,53
PMI/PMX (%)	58,68	37,17	95,17	18,95
PME/PMX (%)	80,68	66,24	97,58	8,53
PM1/PMX (%)	85,59	70,47	100,00	12,38
PMI/PMU (%)	84,61	55,43	100,00	16,93
VM1 (m/s)	0,29	0,22	0,40	0,05
VMX (m/s)	0,34	0,25	0,43	0,08
VMU (m/s)	0,24	0,15	0,34	0,06
VMI (m/s)	0,20	0,14	0,25	0,04
VME (m/s)	0,27	0,20	0,37	0,05
VMU/VM1 (%)	83,47	48,39	108,70	20,43
VMI/VM1 (%)	70,17	48,39	100,00	19,60
VME/VM1 (%)	95,97	79,20	113,64	12,79
VMU/VMX (%)	70,62	44,12	100,00	15,90
VMI/VMX (%)	59,88	38,10	92,00	17,25
VME/VMX (%)	81,46	66,67	100,00	8,99
VM1/VMX (%)	85,82	72,09	100,00	11,63
VMI/VMU (%)	85,20	58,82	100	15,88

Tabla 4. Valores de las variables mecánicas correspondientes a RF70 (n=9). (dt= desvío típico).

	Media	Mínimo	Máximo	dt.
PM1 (W)	472.50	163.40	718.60	172.77
PMX (W)	588.12	412.40	741.10	122.59
PMU (W)	278.84	154.40	453.50	105.36
PMI (W)	184.01	103.40	230.00	45.44
PME (W)	467.62	342.26	578.88	85.68
PMU/PM1 (%)	82.08	28.58	277.54	87.94
PMI/PM1 (%)	45.25	23.03	100.00	25.29
PME/PM1 (%)	115.25	74.15	254.28	62.62
PMU/PMX (%)	49.62	28.58	89.01	23.17
PMI/PMX (%)	31.42	21.10	38.06	5.82
PME/PMX (%)	79.90	74.15	82.99	2.96
PM1/PMX (%)	79.97	32.07	100.00	23.74
PMI/PMU (%)	75.55	29.07	100.00	32.27
VM1 (m/s)	0.34	0.11	0.44	0.10
VMX (m/s)	0.422	0.33	0.50	0.054
VMU (m/s)	0.21	0.12	0.33	0.07
VMI (m/s)	0.14	0.10	0.18	0.03
VME (m/s)	0.34	0.27	0.40	0.04
VMU/VM1 (%)	83.49	30.77	272.73	85.31
VMI/VM1 (%)	46.92	25.00	100.00	24.58
VME/VM1 (%)	114.29	75.90	245.45	59.05
VMU/VMX (%)	51.76	30.77	90.91	23.12
VMI/VMX (%)	33.15	22.73	40.00	5.76
VME/VMX (%)	80.45	75.90	82.50	2.33
VM1/VMX (%)	80.27	33.33	100.00	23.08
VMI/VMU (%)	75.63	30.30	100.00	31.93

con VMU/VM1 ($r=0,662$; $p=0,052$) y VME/VM1 ($r=0,663$; $p=0,051$).

El análisis de la asociación entre los parámetros de fuerza máxima dinámica, y las variables de potencia en la prueba RF70 aparece contemplado en la tabla 8.

Como si puede observar, la correlación con 1RM sólo alcanzó significación estadística en el caso de PMX ($r=0,758$; $p=0,048$), y se apreciaron tendencias en el caso de PME ($r=0,703$; $p=0,078$) y PME/PMX ($r=-0,746$; $p=0,054$). Respecto a la RM/PC, la asociación fue negativa y altamente significativa con PME/PMX ($r=-0,911$; $p=0,004$). El análisis de correlación no alcanzó significación estadística en el resto de los pares considerados en este trabajo.

La asociación de parámetros de FMD y las variables de velocidad en la prueba RF70 se analizan en la tabla 9.

La correlación con 1RM no alcanzó significación estadística para ninguna de las variables consideradas. Además, RM/PC solamente correlacionó significativamente con VME/VMX ($r=-0,897$; $p=0,006$).

Tabla 6. Correlación entre las variables de fuerza máxima dinámica y los parámetros de potencia registrados durante RF90.

* $p<0.05$; # Coeficiente de correlación de Spearman.

	PM1	PMX	PMU	PMI	PME	PMU/PM1	PMI/PM1	PME/PM1	PMU/PMX	PMI/PMX	PME/PMX	PM1/PMX
1RM	0,340	0,323	0,520	0,779*	0,469	0,409	0,655	0,321	0,422	0,544	0,292	0,162#
RM/PC	0,304	0,381	0,676*	0,788*	0,600	0,649	0,679*	0,649	0,512	0,457	0,382	-0,100#

Tabla 5. Matriz de correlación entre fuerza máxima dinámica (1RM y RM/PC) y el número de repeticiones completadas en RF90 (NRM90) y RF70 (NRM70).

* $p<0.05$; ** $p<0.01$.

	1RM	RM/PC	NRM90	NRM70
1RM				
RM/PC		0,858**	-0,229	-0,694
NRM90			-0,125	-0,461
NRM70				0,795*

DISCUSIÓN

Asociación FMD-NRM

El referido al NRM, el análisis de los resultados del presente trabajo reflejó una gran dispersión en los valores obtenidos en las dos pruebas realizadas. Tal dispersión fue en especial destacable en RF90, donde el número medio de repeticiones completadas en RF90 fue de $13 \pm 10,86$, lo que significa un coeficiente de variación de 0,83. Eliminando los dos sujetos que consiguieron alcanzar el límite de 30 repeticiones, el valor mediano de NRM se localizó en $8,14 \pm 5,78$, lo que supone un CV de 0,71, indicativo nuevamente una de una gran dispersión nos resultados. A pesar de que, el NRM para los mismos niveles de carga porcentual parece ser superior en los ejercicios que implican grandes grupos musculares con respecto a los ejercicios más localizados^{18,24,41,42,43}, los valores alcanzados en RF90 son superiores a los constatados en otros estudios para cargas y ejercicios similares. Así, Shimano *et al.*²³ obtuvo un NRM en el ejercicio de *squat* con el 90% de 1RM y sin pausa entre repeticiones de $6,5 \pm 1,8$ y $5,8 \pm 2,3$ para sujetos entrenados y no entrenados respectivamente. Las diferencias entre los grupos de expertos y no expertos no alcanzó significación estadística en este caso, proceso que se tuvo lugar en el trabajo de Pick & Becque²² quien en el ejercicio de *squat* con carga de 85% de 1RM obtuvo un mayor número de repeticiones con sujetos entrenados ($9,67 \pm 0,91$) referente a los sujetos menos entrenados ($7,14 \pm 0,74$). Parece deducirse que la pausa de 30" establecida entre repeticiones permitió a los sujetos un nivel de recuperación suficiente para ampliar el número de repeticiones completadas. Con eso, el Carácter del Esfuerzo (CE) en RF90, entendido como el índice entre el número de repeticiones realizadas y lo número de repeticiones realizables⁴⁴, fue submáximo, se situando entre el 10 y el 20%, se tenemos en cuenta los datos de otros estudios^{22,23}. A respecto de eso, el trabajo con series sin llegar al fallo muscular (CE submáximo) mostró una eficacia similar al trabajo con CE máximos, en especial en lo relativo al desarrollo de la potencia^{45,46,47}.

Por otro lado, el desarrollo de la resistencia a la fuerza de alta intensidad parece ser dependiente del trabajo total desarrollado con cargas altas a lo largo de la sesión, factor que se podría ver interferido por la reducción de las pausas entre series con CE máximo o casi máximo³⁸. En este sentido, la busca de la acumulación en la sesión de entrenamiento de un alto número

Tabla 7. Correlación entre las variables de fuerza máxima dinámica y los parámetros de velocidad registrados durante RF90.* $p < 0.05$; # Coeficiente de correlación de Spearman.

	VM1	VMX	VMU	VMI	VME	VMU/ VM1	VMI/ VM1	VME/ VM1	VMU/ VMX	VMI/ VMX	VME/ VMX	VM1/ VMX
1RM	-0,480	-0,515#	-0,004	0,325	-0,276	0,424	0,633	0,351	0,425	0,534	0,285	-0,107
RM/PC	-0,371	-0,026#	0,284	0,456	0,026	0,662	0,682*	0,633	0,532	0,465	0,383	-0,334

Tabla 8. Correlación entre las variables de fuerza máxima dinámica y los parámetros de potencia registrados durante RF70.* $p < 0.05$; @ $p < 0.01$; # Coeficiente de correlación de Spearman.

	PM1	PMX	PMU	PMI	PME	PMU/ PM1	PMI/ PM1	PME/ PM1	PMU/ PMX	PMI/ PMX	PME/ PMX	PM1/ PMX
1RM	0,352	0,758*	0,113	0,564	0,703	-0,054#	0,306#	0,090#	-0,162	-0,086	-0,746	-0,214
RM/PC	0,389	0,688	0,115	0,235	0,585	-0,036#	0,214#	0,107#	-0,111	-0,470	-0,911@	-0,097

Tabla 9. Correlación entre las variables de fuerza máxima dinámica y los parámetros de velocidad registrados durante RF90. * $p < 0.05$; # Coeficiente de correlación de Spearman

	VM1	VMX	VMU	VMI	VME	VMU/ VM1	VMI/ VM1	VME/ VM1	VMU/ VMX	VMI/ VMX	VME/ VMX	VM1/ VMX
1RM	-0,418#	-0,227	-0,327	-0,193	-0,375	-0,054#	0,180#	0,090#	-0,166	-0,098	-0,708	-0,204
RM/PC	-0,396#	-0,201	-0,211	-0,486	-0,391	-0,036#	0,107#	0,107#-	-0,107	-0,458	-0,897@	-0,089

de ejecuciones de alta intensidad pasa por incrementar la pausa entre series de CE máximo^{48,49,50}, incrementar la frecuencia de la recuperación entre series con CE submáximo⁵¹ o bien la inclusión de pausas entre repeticiones como las dibujadas en este trabajo. La determinación de la estrategia que permita una mejor optimización de los resultados y del tiempo de entrenamiento deberá ser abordado en próximos estudios.

Con respecto al NRM obtenido en RF70, los datos son similares a los contribuidos por Shimano *et al.*²³ para cargas del 60% de 1RM, o por Boeckh-Behrens & Buskies⁴³ para el ejercicio de prensa de piernas. Se tuviéremos en cuenta de que la dispersión de los resultados es inferior a la obtenida en RF90 (CV de 0,42 delante 0,82 en RF90) se puede concluir que el rendimiento inter-sujeto es más estable en RF70 que en RF90, a pesar de que la clase de la primera sea amplia (14-60 repeticiones) aunque similar al de otros trabajos⁴³. En cualquier caso, la resistencia a la fuerza de los sujetos medida a través del NRM con carga de igual magnitud relativa (% de 1RM) reflejó un alto nivel de dispersión, más acentuado en la prueba con cargas pesadas. Los resultados confirman la variedad de rendimientos que, para los mismos niveles relativos de cargas, habían sido encontradas en otros trabajos^{19,52,53,54}. En este sentido, diferentes autores indicaron que factores como la experiencia o nivel de la muestra, el entrenamiento, el tipo de ejercicio o el ritmo de ejecución afectan o modifican la relación entre el valor de 1 RM y el rendimiento con cargas submáximas^{17,18,19,20,21,22,23,24,25}. Sin embargo, en el presente trabajo estos elementos, salvo la experiencia de los sujetos previa a la fase de familiarización, no diferían entre individuos por lo que es posible deducir que las especiales características del ejercicio pueden explicar la dispersión de los resultados. El rendimiento en el ejercicio de *Squat* es el resultado de múltiples factores dato su carácter poli-articular y sus demandas de procesos de equilibrio. Diferentes trabajos mostraron importantes demandas de este ejercicio tanto a nivel de la articulación de la rodilla como del cadera y del tobillo^{28,29,30,31}. En este sentido, Cotterman, Darby & Skelly²⁷ mostraron como el 1RM en el ejercicio de *Squat*, era inferior con peso libre con respecto al alcanzado en la máquina

Smith, proceso que tenía lugar al inverso en el ejercicio de press quiosco. Estos resultados son atribuidos por los autores a la importancia de las acciones fijadoras y de reequilibrio que se demandan en el ejercicio de *Squat* y que se verían facilitadas en el caso de ser ejecutado el ejercicio en la citada máquina.

Por otro lado, el patrón del movimiento y la consecuente distribución de carga varían en función del nivel de entrenamiento de los sujetos, se observa en los individuos más inexpertos una mayor inclinación del tronco que se tiene en deportistas más expertos^{29,39}. Por todo eso es posible que el principal factor limitativo del 1RM en el ejercicio considerado en el presente trabajo (*Sq90*) difiriese de unos sujetos a otros, siendo en algunos casos los niveles de fuerza a nivel del tren inferior y en otros, la competencia para mantener una inclinación buenísima de tronco a medida que se incrementan las cargas. Eso puede suponer que la misma carga submáxima significase un diferente nivel relativo de fuerza a nivel del tren inferior en función de que este fuese o no el principal factor limitativo del valor de 1RM. Por ejemplo, el 1RM de un sujeto pudo venir condicionado fundamentalmente por la discapacidad para mantener una inclinación adecuada del tronco a partir de determinados niveles de cargas, y no por su potencial de fuerza a nivel del tren inferior. Al trabajar con una carga submáxima, tal factor limitativo dejaría de estar comprometido con lo que serían los niveles de fuerza de los principales protagonistas, no habiendo sido estos demandados a su máximo nivel en la evaluación de 1RM.

Siguiendo este argumento, en una muestra como a utilizada en este estudio, donde el nivel de experiencia era similar, los mayores niveles de 1RM podrían asociarse a un mejor control de la carga, con lo que suyo 1RM se correspondería más exactamente con los niveles de fuerza del que lo harían en los individuos con menor nivel de rendimiento. Eso supondría que estos últimos tendrían uno menor condicionante de fuerza en la realización de máximo número de repeticiones con cargas submáximas. Sin embargo, la asociación entre los valores de FMD y las repeticiones completadas de cada una de la pruebas no alcanzó significación estadística. Como si puede obtener en la tabla 5, existió una

correlación alta y significativa entre los dos parámetros de FMD (1RM y RM/PC) y entre los parámetros de resistencia a la fuerza (NRM90-NRM70). Ese último indicaría que los sujetos con mayor resistencia a la fuerza con carga de 70% fueron también los que mejores expresiones de resistencia a la fuerza obtuvieron con cargas pesadas de 90%, lo que nos podría remitir al potencial de los sujetos en función de su composición de fibras musculares. Fue indicado en la literatura que cuanto mayor el porcentaje de fibras tipo II de un sujeto, menor sería el número de repeticiones completadas a un mismo nivel de carga ^{44,55}. Sin embargo cabría esperar que una mayor composición de fibras tipo II estaría asociada también con un mayor rendimiento en una prueba de fuerza máxima como el 1RM, lo que su vez podría derivar en que este último valor se vinculase negativamente con los parámetros de resistencia a la fuerza.

En sentido contrario se pronunciaron algunos autores cuando señalan que existe una asociación entre la fuerza máxima y la capacidad para mantener o repetir ejercicios de diferente intensidad, siendo esta relación más pronunciada en el caso de tareas de alta intensidad ^{34,38}, por lo que cabría esperar que de existir asociación entre el 1RM y el NRM, dicha relación fuese positiva y más señalada con cargas que representasen altos porcentajes del 1RM. Sin embargo, las afirmaciones anteriores se basan en la revisión de trabajos que analizaron esta asociación fundamentalmente con acciones explosivas sin sobrecargas o con sobrecargas moderadas ³⁸.

Ninguna de estas posiciones fue analizada por los resultados del presente estudio. Así, el análisis de la asociación entre variable (tabla 5) mostró correlaciones negativas, pero sin significación estadística, siendo sólo posible destacar la tendencia observada en la correlación entre 1RM y NRM70 ($r=-0,694$; $p=0,084$). Futuros trabajos deberán abordar estas cuestiones, tanto en el referido a la influencia del 1RM inicial de los sujetos como al efecto de diferentes pautas de entrenamiento o a la incidencia de la naturaleza de los ejercicios evaluados en los niveles de asociación. Exactamente así, es dado que los coeficientes de correlación son indicadores de asociación lineal que dependen del tamaño de la muestra ⁵⁶, es necesario abordar esta problemática ampliando el tamaño de la muestra empleada en el presente trabajo.

Parámetros mecánicos de RF90

Como si observa en la tabla 3, los valores mecánicos relativos (en términos porcentuales) fueron mucho similares para los datos de potencia y velocidad. La potencia media mantenida a lo largo de la tarea representó $95,39 \pm 12,23\%$ del valor alcanzado en la primera repetición y $80,68 \pm 8,53\%$ de la potencia correspondiente a la repetición con la que se alcanzó el nivel más alto de potencia.

Los valores de potencia se ven determinados por la carga absoluta desplazada y la velocidad desplegada en dicho desplazamiento. Por ello, con el objetivo de caracterizar el rendimiento obtenido con la misma carga relativa (%1RM) por sujetos que llevaban a realizar tal acción con cargas absolutas diferentes (kg) se decidió considerar los valores de velocidad aislados. Sobre eso, los valores porcentuales considerados fueron mucho similares para ambos los parámetros, en nombre de VME $97 \pm 12,79\%$ de la velocidad de la primera repetición y $81,46 \pm 8,99\%$ de VMX.

Referente a la asociación entre el rendimiento mecánico en RF90 y los parámetros de FMD, no fue encontrada una tendencia clara de correlación con los índices considerados como indicativos de la caída de rendimiento por fatiga (% referente a la primera repetición y a la de mayor rendimiento). Como si puede observar en la tabla 6, la correlación entre 1RM y los índices de fatiga no alcanzaron significación estadística y sólo existió una tendencia con PMI/PM1 ($p=0,055$). El caso de RM/PC, la asociación fue estadísticamente significativa con PMI/PM1, mientras sólo se apreciaron ciertas tendencias con PME ($p=0,087$), PMU/PM1 ($p=0,059$) y PME/PM1 ($p=0,059$). En conjunto, los datos parecen indicar que RM/PC fue vinculado de forma más clara que 1RM con una menor pérdida de rendimiento referente a la primera repetición, siendo que el nivel de las asociaciones no permite ser concluyente en este sentido.

Por otro lado, diferentes autores habían indicado la existencia de asociaciones entre la fuerza máxima y diversas manifestaciones explosivas de la fuerza ^{57,58,59,60,61,62}. Se indica también esta asociación de mayor relevancia cuanto mayor es magnitud de la carga a movilizar ^{44,63}. Por lo contrario los datos del presente trabajo no confirman este hecho, al no tenerse hallado correlaciones significativas de PMX con 1RM o con RM/PC.

De forma similar, los parámetros de FMD se asociaron de forma mucho parcial con las variables de velocidad en RF90 (tabla 7). Así, 1RM no correlacionó con ninguno de los parámetros de velocidad considerados. El caso de RM/PC la asociación fue significativa con VMI/VM1, se encontrando tendencias con VMU/VM1 ($p=0,052$) y VME/VM1 ($p=0,051$). Nuevamente, parece existir una tendencia a una menor caída del rendimiento referente a la primera repetición por parte de los sujetos con mayores índices de FMD referente al peso corporal. Sin embargo, resulta imposible concluir en este sentido, por lo que deberán ser abordadas estas cuestiones con mayor profundidad en futuros trabajos, siendo considerado entre otros factores la incidencia del uso de diferentes índices de expresión de la FMD en relación al peso corporal ^{23,64,65,66}.

Por último, todos estos datos relativos a la velocidad en RF90 parecen señalar que la velocidad con la que se realizaban las acciones estuvo nítidamente influenciada y por la magnitud relativa de la carga (%1RM) y no tanto por las dimensiones absolutas de la misma (kg), proceso ya recogido en la bibliografía ⁴⁴. De hecho, la dispersión de los valores fue mucho similar, aunque, relativamente inferiores en el caso de las variables de velocidad. Así, se habían obtenido unos valores de CV de 0,2, 0,25, 0,29, 0,31 y 0,23 para PM1, PMX, PMU, PMI Y PME; mientras fueron de 0,17, 0,23, 0,25, 0,2 y 0,18 para VM1, VMX, VMU, VMI Y VME respectivamente, indicadores todos ellos de niveles relativamente bajos de diferencias inter-sujetos referentes a la velocidad obtenida con la misma % de 1RM

Parámetros mecánicos de RF70

Como en el referido la RF90, los valores mecánicos relativos de RF70 (tabla 4) fueron mucho similares para los datos de potencia y velocidad. Resulta sorprendente que, como media, el rendimiento mediano de la tarea se situó arriba del rendimiento correspondiente la primera repetición, tal y como indican valores superiores la 100 en el caso de PME/PM1 ($115,25 \pm 62,62$) y de

VME/VM1 (114,29±59,05). Por otro lado, la media de rendimiento con respecto al obtenido en la mejor de las repeticiones se situó en 79,9±2,96% y en los 80,45%±2,33% para los datos de potencia y velocidad respectivamente.

Con respecto a la asociación entre el rendimiento mecánico en RF70 y los parámetros de FMD, nuevamente no se obtuvo una asociación clara. Como si puede observar en la tabla 8, la correlación con 1RM sólo alcanzó significación estadística en el caso de PMX, en consonancia con los señalados por algunos autores con respecto a la influencia de la FMD en el rendimiento explosivo con cargas moderadas y altas^{44,63}. Referente a los valores indicadores de la modificación del rendimiento a lo largo de la prueba, sólo se apreciaron tendencia a una correlación negativa con PME/PMX ($p=0,054$). Tal asociación negativa alcanzó significación estadística cuando se consideró RM/PC como parámetro de FMD. En conjunto, parecen existir indicios de una mayor pérdida de rendimiento en RF70 por parte de los sujetos con mayores niveles de desarrollo de FMD. En esta línea se sitúa el hecho de que los sujetos con mayor 1RM mostraron una mayor tendencia a alcanzar valores inferiores de NRM70 ($r=-0,694$; $p=0,084$) (tabla 5), o el indicado anteriormente con respecto a la asociación entre PME/PMX y RM/PC, o entre PME/PMX y 1RM. Esta cuestión podría estar vinculada con el encontrado en otros trabajos referentes a la incidencia negativa de un alza porcentaje de fibras tipo II sobre el número de repeticiones completadas a un mismo nivel de carga movilizar^{44,55}. Este aspecto, como ya se comentó, no fue constatado para RF90, por lo que puede suponer que esa prueba responde a procesos diferentes de los demandados en RF70. Sin embargo, todos estos indicios no habían sido confirmados en el resto de análisis abordadas en el presente trabajo, por el que la ratificación o rechazo de estas hipótesis deberán ser abordadas en futuras investigaciones.

Por último, y de forma similar al expresado para RF90, los datos relativos a la velocidad en RF70 indicaron que este parámetro estuvo nítidamente influenciado por la magnitud relativa de la carga (70% de 1RM) y no tanto por las dimensiones absolutas de la misma (kg). Nuevamente la dispersión de los valores de velocidad fue inferior a la correspondiente a los datos de potencia, con CV de 0,36, 0,20., 0,37, 0,24 y 0,18 para PM1, PMX, PMU, PMI Y PME; y de 0,29, 0,12, 0,33, 0,21 y 0,11 para VM1, VMX, VMU, VMI.

En resumen, los datos del presente trabajo muestran importantes variaciones individuales en el rendimiento de pruebas de resistencia a la fuerza de diferente magnitud, siendo esta variabilidad en especial marcada para la tarea de resistencia a la fuerza de alta intensidad propuesta en el presente estudio (RF90). Sin embargo los resultados del presente trabajo no permiten confirmar que esta diversidad de rendimientos sea dependiente del nivel de desarrollo de FMD. Por último, debe ser señalado que lo presente trabajo tuvo un carácter básicamente descriptivo, por lo que surge el interrogante a respeto de la influencia de diferentes modelos de entrenamiento en los procesos aquí considerados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Manso JM. La fuerza. Madrid: Gymnos; 1999
2. González Badillo JJ, Gorostiaga E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: Inde; 1995

3. Tous J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo; 1999
4. Arnold MD, Mayhew JL, LeSeur D, McCormic M. Accuracy of predicting bench press and squat performance from repetitions at low and high intensity. *J Strength Cond Res.* 1995; 9 (2): 205-6
5. Chapman P, Whitehead JR, Binkett RH. The 225-lb Reps-to fatigue test as a submaximal estimate of 1-RM bench press performance in college football players. *J Strength Cond Res.* 1998; 12 (4):258-61.
6. Horvat M, Ramsey V, Franklin C, Gavin C, Palumbo T, Glass LA. A method for predicting maximal strength in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (2): 324-8
7. Kravitz L, Avalan C, Nowicki K, Kinzey S. Prediction of 1 repetition maximum in High-School power lifters. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (1): 167-72
8. LeSuer D, McCormic JH, Mayhew JL, Wasserstein RH, Arnold MD. The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the Bench Press, Squat and Deadlift. *J Strength Cond Res.* 1997; 11 (4): 211-213
9. Myhew JL, Prinster JL, Ware JS, Zimmer DL, Arabas JR, Bemben MG. Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *J Sports Med Phys Fitness.* 1995; 35: 108-113.
10. Myhew JL, Ware JS, Bemben MG, Wilt B, Ward TE, Farris B et al. The NFL-225 Test as a measure of Bench Press strength in college football players. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(2):130-4
11. Whisenant M, Panton L, East WB, Broederer C. Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum Bench Press Test on a group of collegiate football players. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (2):221-7
12. Wood TM, Maddalozzo G, Harter R. Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science.* 2002; 6 (2): 67-94
13. Abadie BR, Wentworth M. Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. *JEPonline*; [actualizada em 2000 jul; acceso em 2006 mar 31]. Disponible em: <http://faculty.css.edu/tboone2/asep/JEPonline/ABADIE.html>.
14. Cummings B, Finn KE. Estimation of One Repetition Maximum Bench Press for untrained women. *J Strength Cond Res.* 1998; 12(4): 262-5
15. Dohoney P, Chromiak JH, Lemire D, Abadie BR, Kovacs C. Prediction of one repetition maximum (1-rm) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *JEPonline*; [actualizada em 2002 ago; acceso em 2006 mar 31]. Disponible em: <http://faculty.css.edu/tboone2/asep/Dohoney.pdf>.
16. Knutzen K, Brilla L, Caine D. Validity of 1RM prediction equations for older adults. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(3):242-6
17. Braith RW, Graves JE, Leggett SH, Pollock ML. Effect of training on the relationship between maximal and submaximal strength. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25 (1):132-8.
18. Chagas MH, Barbosa J, Lima FV. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40% e 80% de uma repetição máxima em dois exercícios na musculação entre os gêneros masculino e feminino. *Revista Brasileira de Educação Física* 2005; 19 (1): 5-12.
19. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *Journal of Applied Sport Science Research (JASSR)* 1990; 4 (2): 47-54
20. McCurdy K, Langford GA, Cline AL, Doscher M, Hoff R. The reliability of 1- and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2004; 3(3): 190-6.
21. Rodrigues M, Chagas P. Muscular Strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum. Review and new evidences. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2003; 9(1): 336-46.
22. Pick J, Becque MD. The relationship between training status and intensity on muscle activation and relative submaximal lifting capacity during the back squat. *J Strength Cond Res.* 2000; 14(2): 175-81
23. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Voller JS, Hatfield D, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of One Repetition Maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(4): 819-23
24. Faigenbaum AD, Westcott WL, Long C, LaRosa LR, Delmonico M, Micheli LJ. Relationship between and selected percentages of One Repetition Maximum in healthy children. *Pediatr Phys Ther.* 1998; 10: 110-3
25. Sakamoto A, Sinclair PJ. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(3): 523-7
26. Fleck SJ, Kraemer W. Designing Resistance Training Programs. Third Edition. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004
27. Cotterman ML, Darby LA, Skelly W. Comparison of muscle force production using the smith machine and free weights for Bench Press and Squat Exercise. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (1): 169-76.

28. Frikman P, Morrissey M, Harman E, Han K. Full and half-range barbell squat exercise: differential training effects. (Abstract). *J Strength Cond Res.* 1995; 9(2): 196.
29. Fry A, Chadwick J, Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (4): 629-33.
30. Rusell PJ, Phillips SJ. A preliminary comparison of front and back squat exercises. *Res Q Exerc Sport.* 1989; 60 (3): 201-8.
31. Wretenberg P, Feng Y, Arborelius UP. High and low-bar squatting techniques during weight-training. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28 (2), 218-24.
32. Rassier DE, Macintosh. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res.* 2000; 33: 499-508
33. Hamada T, Sale DG, MacDougall D. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(3): 403-11
34. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(4): 671-7
35. Chiu LZ, Fry AC, Schilling BK, Johnson EJ, Weiss LW. Neuromuscular fatigue following two successive high intensity resistance exercise sessions. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 92: 385-92
36. Duthie GM, Young WB, Aitken DA. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrasts methods of power development. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(4): 530-8
37. Gorgoulis V, Aggelousis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(2): 342-4.
38. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Newton RE, Haff GG, Carlock J. Maximum strength training-Relationship to endurance? *Strength and Conditioning Journal.* 2006; 28(3): 44-53
39. Chandler TJ, Stone MH. The squat exercise in athletic conditioning: a review of the literature. *National Strength and Conditioning Association Journal.* 1991; 13 (5): 52-8
40. Ploutz-Snyder L, Giamis EL. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *J Strength Cond Res.* 2001; 15(4): 519-23
41. Hoeger WWK, Barette SL, Hale DF, Hopkins DR. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *Journal of Applied Sport Science Research (JASSR).* 1987; 1(1): 11-13.
42. Hickson RC, Hidaka K, Foster C. Skeletal muscle fibertype, resistance training and strength related performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26(5): 593-8
43. Boeckh-Behrens WU, Buskies W. *Entrenamiento de la fuerza.* 1ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2005
44. González Badillo JJ, Ribas Serna J. *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza.* 1ª ed. Barcelona: Inde; 2002
45. Stone MH, Chandler TJ, Conley MS, Kramer JB, Stone ME. Training to muscular Failure: is it necessary. *Strength and Conditioning.* 1996; 18(3): 44-48
46. Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sport Sci.* 1994; 26(9):1160-4
47. Tidow G. Muscular adaptations induced by training and de-training: a review of biopsy studies. *New Studies in Athletics.* 1995; 10: 47-56
48. Robinson JM, Stone MH, Johnson RL, Penland CM, Warren BJ, Lewis RD. Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res.* 1995; 9(4): 216-21
49. Cabral LF, Pereira MI, Gomes PSC. Acute effects of different intraset rest intervals on number of repetitions of the bench press. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(5): S370
50. Rahimi R. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Sciences and Medicine.* 2005; 4(4): 361-6
51. Denton J, Cronin JB. Kinematic, kinetic and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(3):528-34
52. Westcott W. *Building strength and stamina.* 1ª ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 1996
53. Kraemer WJ, Fleck SJ, Maresh CM, Ratamess NA, Gordon SE, Goetz KL, et al. Acute hormonal responses to a single bout of heavy resistance exercise in trained powerlifters and untrained men. *Can J Appl Physiol.* 1999; 24: 524-37.
54. Mayhew JL, Ball TE, Bowen JC. Prediction of bench press lifting ability from submaximal repetitions before and after training. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation.* 1992; 3: 195-201
55. Douris P, White BP, Cullen RE, Keltz WE, Meli J, Mondiello DM et al. The relationship between maximal repetition performance and muscle fiber type as estimated by non-invasive technique in the quadriceps of untrained women. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(3): 699-703
56. Ferrás Arenaz M. *SPSS para Windows. Análisis estadístico.* Madrid: Osborne McGraw-Hill; 2001
57. Stone MH, Hartman M, Sanborn K, O`Bryant HS, Hruby J, Stone ME, et al. Maximum strength-power relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(4): 739-45
58. Peterson MD, Alvar BA, Rhea MR. The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(4):867-73
59. Ashley CD, Weiss LW. Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women. *J Strength Cond Res.* 1994; 8(1): 5-11
60. Blackburn JR, Morrissey MC. The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27: 430-5
61. Thomas M, Fiataron A, Fielding RA. Leg power in young women: relationship to body composition, strength and function. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(10): 1321-6
62. Moss BM, Refsnes PE, Abildgaard A, Nicolaysen K, Jensen J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross sectional area, load power and load velocity relationships. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 75: 19-9
63. Schmidtbleicher D. Training for power events. In: Komi PV editor. *Strength and power in sport.* 1ª ed. London: Blackwell; 1992. p. 381-95
64. Challis JH. Methodological report: the appropriate scaling of weightlifting performance. *J Strength Cond Res.* 1999; 13(4): 367-71
65. Atkins SJ. Normalizing expressions of strength in elite rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2004; 18(1): 53-8
66. Dooman CS, Vanderburgh PM. Allometric modelling of the bench press and squat: who is the strongest regardless of body mass? *J Strength Cond Res.* 2000; 14(1): 32-6.