Revista de Educación Física, (Rev Edu Fís / J Physical Edu) 2024, 37(2)

Research

Relación entre Repeticiones y Porcentajes Seleccionados a partir de una Repetición Máxima en Niños Sanos

RELATIONSHIP BETWEEN REPETITIONS AND SELECTED PERCENTAGES OF THE ONE REPETITION MAXIMUM IN HEALTHY CHILDREN

Avery D Faigenbaum[1], Wayne L Westcott[1], Cindy Long[1], Rita LaRosa Loud[1], Mary Delmonico[1] y Lyle J Micheli[1]

[1]*Department of Human Performance and Fitness, University of Massachusetts (A.D.F), Boston, Mass; South Shore YMCA (W.L.W., C.L., R.L-R.L., M.D.), Quincy, Mass; Children's Hospital (L.J.M.), Boston, Mass.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar la relación entre las repeticiones y los porcentajes seleccionados de una repetición máxima (RM) en niños aparentemente sanos. La fuerza máxima (RM) fue medida en 13 niños y 8 niñas (edad media 10.4± 1.2 años), en los ejercicios press de banca Heartline y prensa de piernas Nautilus. Subsecuentemente, los sujetos fueron evaluados para determinar el máximo número de repeticiones que pudieran realizar hasta la fatiga volitiva al 50 y 75 % de su RM en cada ejercicio. Los resultados de los intentos en la prensa de piernas y en el press de banca indican que al 50 % de 1 RM, los sujetos realizaron 87.2±56.5 y 39.2±19.4 repeticiones, respectivamente, mientras que al 75 % de 1 RM, los sujetos realizaron 18.2±11 y 13.4±4.3 repeticiones, respectivamente. Cuando aumentó el porcentaje de 1 RM, no fue sorprendente que el número de repeticiones realizadas decreció significativamente ($p<0.05$). Sin embargo, el número de repeticiones realizadas al 50 % de 1 RM en la prensa de piernas fue significativamente menor ($p<0.05$) que a la misma intensidad en el press de banca, sugiriendo que el número de repeticiones realizadas a una intensidad dada puede no ser el mismo para todos los ejercicios. Aunque son necesarios estudios adicionales, estos hallazgos sugieren que los programas progresivos de entrenamiento de la fuerza deberían ser prescriptos con una carga de repeticiones máximas, y no con porcentajes de 1 RM.

Palabras Clave: fuerza máxima, fuerza, repetición máxima, evaluación de la fuerza, niños sanos, niños

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the relationship between repetitions and selected percentages of the one repetition maximum (RM) in apparently healthy children. The 1 RM strength was measured on 13 boys and eight girls (mean age 10.4 ± 1.2 years) on the Heartline chest press and the Nautilus leg press exercises. Subsequently, subjects were

tested to determine the maximum number of repetitions that could be performed to volitional fatigue at 50% and 75% of their 1 RM for each exercise. The results for the trials on the leg press and chest press indicate that at 50% 1 RM, the subjects performed 87.2 ± 56.5 and 39.2 ± 19.4 repetitions, respectively, whereas at 75% 1 RM, the subjects performed 18.2 ± 11.0 and 13.4 ± 4.3 repetitions, respectively. As the percent 1 RM increased, it is not surprising that the number of repetitions performed significantly decreased ($p < 0.05$). However, the number of repetitions performed at 50% 1 RM on the leg press was significantly greater ($p < 0.05$) than at the same intensity on the chest press, suggesting that the number of repetitions performed at a given intensity may not be same for all exercises. Although additional study is warranted, these findings suggest that progressive resistive strengthening programs should be prescribed with a RM load as opposed to a percentage of the 1 RM.

Keywords: maximum strength, strength, maximum repetition, strength assessment, healthy children, children

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza progresivo ha sido usado por muchos años (1) como una técnica de entrenamiento en niños con desordenes neuromusculares, y ahora un número aumentado de niños aparentemente sanos, se encuentra realizando entrenamiento de la fuerza (2). Aunque el entrenamiento de la fuerza fue considerado previamente como inseguro e inapropiado para los niños, es ahora reconocido como un método seguro y efectivo de acondicionamiento, si son seguidas guías de entrenamiento apropiadas y si se tiene una supervisión calificada (3). La mayoría de las investigaciones científicas indican que los niños pueden incrementar su fuerza muscular por encima y más allá del crecimiento y la maduración, si el programa de entrenamiento de la fuerza es suficiente en duración e intensidad (3, 4). Además, los programas de entrenamiento de la fuerza para jóvenes pueden influenciar favorablemente las habilidades de rendimiento motor y la evidencia preliminar sugiere que el entrenamiento de la fuerza en jóvenes puede aumentar el rendimiento en los deportes y disminuir el riesgo de lesiones (3, 5).

El desarrollo de programas progresivos de entrenamiento de la fuerza para niños requiere la consideración de varios factores, incluyendo el número de repeticiones, número de series, y frecuencia de entrenamiento. Para el niño interesado en incrementar la fuerza muscular es recomendado un régimen de entrenamiento que requiere un mínimo de una sola serie de 6 a 15 repeticiones, realizadas 2 o 3 veces a la semana (3). Aunque parece que es necesaria una intensidad de al menos 60 % de 1 RM para estimular ganancias de la fuerza en la mayoría de los adultos (6), el umbral mínimo requerido para estimular el desarrollo de la fuerza en los niños, no está definido. Además, permanece inexplorada la relación entre repeticiones y porcentajes seleccionados de 1 RM, en niños aparentemente sanos.

Hoeger et al. (7, 8) examinó esta relación en adultos y concluyó en que el número de repeticiones que podrían ser realizadas para un porcentaje dado de 1 RM, era específico de cada ejercicio. Por ejemplo, al 60 % de 1 RM, los adultos realizan un promedio de 34 repeticiones en la prensa de piernas, mientras que el promedio del número de repeticiones en el ejercicio de flexión de piernas, fue de 11 (7). Estos investigadores demostraron que un número dado de repeticiones puede no siempre estar asociado con un porcentaje particular de un 1 RM. Así, el umbral mínimo de fuerza, cuando es expresado como un porcentaje de 1 RM, puede variar entre grupos musculares. Está información es útil no solo para el desarrollo de programas de entrenamiento de la fuerza, sino también para la rehabilitación de lesiones músculoesqueléticas. Los hallazgos anteriormente mencionados, sin embargo, están basados en adultos y de este modo, no deberían ser generalizados a poblaciones más jóvenes. Así, el propósito de este estudio fue determinar la relación entre las repeticiones y porcentajes seleccionados de 1 RM (50 % y 75 %) en niños.

MÉTODOS

Sujetos

21 sujetos aparentemente sanos (13 niños y 8 niñas) entre edades de 8 y 12 años, se ofrecieron a participar en este estudio. Los niños y las niñas fueron combinados, debido a que las mediciones de la fuerza muscular y la tasa de desarrollo de la fuerza durante la adolescencia son bastante similares entre sexos (3, 9). Los sujetos y sus padres fueron informados acerca de los beneficios y riesgos asociados a este estudio, también fue obtenido un consentimiento de los padres por escrito. Todos los sujetos recibieron un examen médico para evaluar su estado musculoesquelético, documentar lesiones ortopédicas preexistentes, y evaluar el nivel de maduración basándose en los estadios de Tanner (10). No fueron

encontradas limitaciones ortopédicas contraindicadas para la evaluación o el entrenamiento de la fuerza. Y todos los sujetos estaban en el estadio de Tanner 2. Todos los voluntarios fueron aceptados para participar. Los sujetos no tenían experiencia previa con entrenamiento de fuerza, y ninguno de ellos participó en alguna otra forma de entrenamiento de la fuerza durante el período del estudio. Sin embargo, todos participaron en actividades físicas recreacionales, y 15 de los sujetos practicaban regularmente al menos un deporte (básquet, softball, hockey, o básquetball), las características descriptivas de los sujetos son presentadas en la Tabla 1.

Procedimientos de evaluación

Los sujetos participaron de dos sesiones introductorias durante un período de una semana, para practicar y orientarse. Durante este tiempo, se les enseño a los sujetos a realizar los ejercicios de press de banca (Heartline Fitness Equipment, Gaithesburg, Md) y prensa de piernas (Nautilus Internacional, Independence, Va), con las técnicas y formas apropiadas. El press de banca Heartline era una máquina para niños, y la prensa de piernas Nautilus era una máquina para adultos. Debido a la naturaleza de la máquina de prensa de piernas y a la ajustabilidad del asiento de la misma, todos los niños se adaptaron confortablemente a esta parte del equipamiento y fueron capaces de ejecutar apropiadamente los movimientos deseados.

El orden de evaluación, press de banca primero, luego prensa de piernas, o al revés, fue aleatorio y balanceado entre los sujetos. Antes de todas las evaluaciones, los sujetos participaron de un período de entrada en calor, que consistió en 10’ de ejercicios aeróbicos de baja intensidad y estiramientos. Antes de intentar una repetición máxima, los sujetos realizaron 6 repeticiones con una carga relativamente liviana, luego 3 o 4 repeticiones con una carga más pesada, finalmente una sola repetición con el 95 % de su RM predecida. Luego intentaron una sola repetición con la carga de 1 RM predecida. Si este peso era levantado con la forma apropiada, el peso era incrementado en aproximadamente 1 a 4 kg, y el sujeto intentaba otra repetición. Los incrementos del peso dependían del esfuerzo requerido para el levantamiento y eran progresivamente más pequeños, a medida que el sujeto alcanzaba la RM. Los sujetos descansaban al menos 2’ entre cada intento de 1 RM. Un mínimo de 48 horas más tarde, fue realizado un segundo test de 1 RM en los mismos ejercicios, y los resultados fueron usados para determinar la precisión del test de 1 RM. Fue mantenida una proporción instructor-sujeto de 1:1, a través de todos los procedimientos. La mayor carga levantada en el test de 1 RM, fue registrado como el valor de criterio de la fuerza máxima. La repetición máxima fue determinada mediante 5 y 6 intentos durante el primer test, y mediante dos a tres intentos durante el segundo test. Luego de completar ambos intentos de 1 RM, los test eran repetidos tanto en el press de banca como en la prensa de piernas.

Antes de cada repetición, los sujetos realizaban una entrada en calor general, seguida de una a seis repeticiones con aproximadamente el 25 % de 1 RM predeterminado. Luego realizaban la mayor cantidad de repeticiones posibles con el 50 % de 1 RM en ambos ejercicios, press de banca y prensa de piernas. El orden de las evaluaciones fue también aleatorio y balanceado entre los sujetos. Al menos 48 horas de descanso separaron a las evaluaciones. Era requerida una técnica estricta para que las repeticiones fueran aceptadas, y la última repetición representaba la fatiga muscular momentánea. Estos procedimientos eran luego repetidos en los mismos ejercicios, donde ahora los sujetos realizaban la mayor cantidad de repeticiones posibles con el 75 % de 1 RM. El número total de repeticiones realizadas en el press de banca y en la prensa de piernas al 50 y 75 % de 1 RM, eran registradas como valores de criterio. Los datos del test de 1 RM y de las repeticiones realizadas al 50 y 75 % de 1 RM, fueron colectados a lo largo de un período de 6 semanas para minimizar el riesgo de una lesión por sobreuso y maximizar la diversión de los sujetos. No ocurrió ninguna lesión a lo largo del estudio.

Tabla 1. *Características de los sujetos. Los valores son medias ± desvíos estándar.*

Análisis Estadísticos

Fueron usados coeficientes de correlación intraclase (ICC) para determinar la exactitud de los test de 1 RM, en el press de banca y en la prensa de piernas. Fueron determinados también los desvíos estándar y los errores estándar de las medicion (SEM), las repeticiones realizadas al 50 y 75 % de
1 RM en el press de banca y en la prensa de piernas fueron comparadas usando análisis de varianza (ANOVA).

Cuando se encontraban diferencias significativas, era usado un test Bonferroni post hoc, para determinar diferencias entre los grupos. El nivel alpha fue puesto a $p \leq 0.05$ y los datos fueron reportados como medias ± desvíos estándar. Los análisis fueron llevados a cabo usando el paquete estadístico SPSS (SPSS, Inc, Chicago, ILL).

RESULTADOS

Los valores ICC, SD y SEM, son presentados en la Tabla 2. El ICC fue alto (0.93-0.98), indicando buena fiabilidad de las mediciones para el test de 1 RM en el press de banca y en la prensa de piernas. Los pesos levantados durante el primer y segundo intento de 1 RM en ambos ejercicios, están resumidos en la Tabla 3. Los resultados de las repeticiones realizadas en el press de banca y en la prensa de piernas, indicaron que al 50 % de 1 RM, los sujetos realizaron 39.2±19.4 y 87.2±56.5 repeticiones, respectivamente, mientras que al 75 % de 1 RM, realizaron 13.4±4.3 y 18.2±11 repeticiones, respectivamente. Los resultados del análisis muestran una diferencia significativa ($p<0.05$), en el número de repeticiones realizadas a porcentajes seleccionados de 1 RM, así como en el número de repeticiones realizadas al 50 % de 1 RM. A medida que el porcentaje de 1 RM se incremento, no es sorprendente que el número de repeticiones realizadas se vio significativamente disminuido ($p<0.05$). Sin embargo, el número de repeticiones realizadas al 50 % de 1 RM en la prensa de piernas, fue significativamente más alto ($p<0.05$) que en todos los otros levantamientos, incluyendo las repeticiones realizadas a la misma intensidad en el press de banca. En contraste, no hubo ninguna diferencia significativa en el número de repeticiones realizadas al 75 % de 1 RM en los ejercicios de press de banca y prensa de piernas.

Tabla 2. *Coeficientes de correlación intraclase para los de fuerza de 1 RM.*

Tabla 3. *Resultados de los intentos de 1 RM (N = 21).*

DISCUSIÓN

Un hallazgo importante de esta investigación, fue que el número de repeticiones realizadas por los niños y niñas prepúberes a una intensidad relativamente baja (50 % de 1 RM), no fue el mismo para los ejercicios de press de banca y prensa de piernas. En la base de este hallazgo, no puede ser asumido que un número dado de repeticiones este siempre asociado con el mismo porcentaje de 1 RM. Para nuestro conocimiento ningún otro estudio ha investigado la dinámica de las relaciones entre repeticiones y porcentajes seleccionados de 1 RM, en niños. La tendencia de un niño a realizar más repeticiones a una intensidad dada, en ejercicios que requieran una cantidad de masa muscular relativamente mayor, es consistente, con los resultados de estudios realizados con adultos (7, 8, 11).

Nuestros resultados sugieren que 10 RM, por ejemplo, no están siempre asociados con el 60 % de 1 RM. De hecho, hallazgos preliminares de nuestro laboratorio demuestran que al 62 % de 1 RM, los niños pudieron realizar aproximadamente 21 repeticiones en el press de banca y 39 repeticiones en la prensa de piernas (datos no publicados). Así, si un niño entrena la fuerza al 60 % de 1 RM, parece que el énfasis del programa debería ser incrementar la resistencia muscular local, más que la fuerza muscular. Además, en la presente investigación, los sujetos realizaron 13.4 repeticiones al 75 % de 1 RM en el press de banca, mientras Wescott y Beachle (12), en comparación, reportaron que adultos realizaron 10.5 repeticiones en el mismo ejercicio, al mismo porcentaje de 1 RM. Mientras que para adultos ha sido sugerido un rango de 8 a 12 repeticiones (10), parece que esta prescripción puede necesitar ser modificada para poblaciones más jóvenes.

Aunque es una especulación, es posible que el umbral mínimo, cuando se expresa como porcentaje de 1 RM, puede variar de un músculo o grupo de músculos, a otro. Esto puede estar posiblemente relacionado a la cantidad de masa muscular envuelta en cada ejercicio. En base a esta información, parece que en niños, la predicción de 1 RM a partir del número de repeticiones realizadas en un ejercicio dado puede ser dificil (al menos a bajas intensidades). A medida que los niños son capaces de realizar más repeticiones a intensidades relativamente bajas en un ejercicio del miembro inferior, una prescripción del entrenamiento de la fuerza, requeriría que los niños realicen un mayor número de repeticiones en ejercicios del miembro inferior que en ejercicios del miembro superior. Como fue previamente sugerido por Sale (11),

perece que el método más fácil de prescribir una carga de entrenamiento para niños podría ser, primero establecer el rango de repeticiones (eg, 8 a 12 repeticiones) y luego por ensayo y error, determinar la mayor carga que puede ser manejada para el rango prescripto. Fue notable el rango de repeticiones realizado a porcentajes seleccionados de 1 RM, por los sujetos de este estudio. Al 50 % de 1 RM los valores variaron de 16 a 200, y al 75 % de 1 RM los valores variaron de 6 a 43. Estos hallazgos son consistentes con Wescott y Beachle (12), que reportaron una extensa distribución de repeticiones realizadas por adultos al 75 % de 1 RM. Además, Sale (11) reportó una gran variabilidad intrasujeto (particularmente a cargas bajas) en hombres adultos jóvenes en los ejercicios, prensa de piernas y press de banca. La variabilidad intrasujeto en nuestro estudio, puede estar relacionada a muchos factores genéticos o no hereditarios, como experiencia previa en deportes, o la nutrición, que pueden haber incrementado la actividad de ciertas enzimas llave o los niveles de sustratos energéticos. Es también posible que el número de repeticiones realizadas, pudiera estar relacionado a la habilidad de cada niño o el deseo de trabajar en su llamada "zona confortable". Los niños que tienen una gran motivación para competir, pueden ser capaces de ejercitarse a un nivel más alto y resistir el disconfort asociado a la fatiga muscular, por un período de tiempo más largo.

Es importante considerar que en nuestro estudio, todos los test de 1 RM e intentos de repeticiones fueron realizados en las mismas máquinas y bancos. De este modo, nuestros hallazgos no estuvieron confundidos por la falta de especificidad de las evaluaciones. Sin embargo, el test de 1 RM en la prensa de piernas, fue cambiado para algunos de nuestros sujetos, debido a la posición de inicio. Fue difícil para algunos niños empezar el movimiento, debido a la inercia inicial que tenían que superar, mientras realizaban una técnica apropiada. Aunque nuestros resultados indican que los sujetos levantaron cerca de 1.8 veces su peso corporal en el ejercicio de prensa de piernas (el peso medio levantado fue 83.6 kg), es posible que nuestros valores de 1 RM en la prensa, subestimaran el 1 RM real de los niños. Así, las repeticiones realizadas en la prensa al 50 y 75 % de 1 RM, pueden haber sido realizadas realmente a menores porcentajes de 1 RM.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio tienen aplicaciones prácticas para los profesores de educación física, que desarrollan programas de entrenamiento de la fuerza para niños. Los resultados de este estudio demuestran que un número dado de repeticiones no está siempre asociado con el mismo porcentaje de 1 RM para todos los ejercicios. Así, es sugerido prescribir el entrenamiento de la fuerza para niños entre un rango de repeticiones, de forma opuesta a hacerlo con porcentajes de 1 RM. Son necesarios estudios adicionales que usen muestras más representativas de los niños comúnmente vistos en las clínicas de terapia física.

Agradecimientos

Los autores agradecen con gratitud a Catherine Coady, MD, Pierre d'Hemecourt, MD, Jessy Albert, Matt Spaulding, y el staff del South Shore YMCA, Mass por su ayuda y apoyo durante este estudio.

Dirección para correspondencia: Avery D. Faigenbaum, EdD, Department of Human Perfomance and Fitness, University of Massachussets-Boston, 100 Morrisey Blvd., Boston, MA 02125-3393. E-mail: avery.faigenbaum@umb.edu

REFERENCIAS

1. Bar-Or O (1983). Pediatric Sports Medicine for the Practitioner. *From Physiologic Principles to Clinical Applications. New York: Springer-Verlag*
2. Faigenbaum A, Bradley D (1998). Strength training for the young athlete. *Ortho Phys Ther Clin N Am. 7:76-90*
3. Faigenbaum A, Kraemer W, Cahill B, et al (1996). Youth resistance training: Position statement paper and literature review. *Strength Conditioning. 18:62-75*
4. Falk B, Tenenbaum G (1996). The effectiveness of resistance training in children: A meta-analysis. *Sports Med. 22:176-186*
5. American College of Sports Medicine (1993). The prevention of sports injuries of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc. 25(Suppl. 8):1-7*
6. McDonagh M, Davies C (1984). Adaptative response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol. 52:139-155*
7. Hoeger W, Hopkins D, Barette S, et al (1987). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *J Appl Sport Sci Res. 1:11-13*
8. Hoeger W, Hopkins D, Barette S, et al (1990). Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition

maximum in children: A comparison between untrained and trained males and females. *J Appl Sport Sci Res. 4:47-54*
9. Blimkie C (1992). Resistance training during pre- and early puberty: Efficacy, trainability, mechanisms and persistence. *Can J Sport Sci. 17:264-279*
10. Tanner J (1962). Growth at Adolescence. *2nd ed. Oxford: Blackwell*
11. Sale D (1989). Strength training in children. *In: Gisolfi C, Lamb D, eds. Youth Exercise and Sport, Vol 2. Indianapolis, Ind: Benchmark Press; 165-216*
12. Wescott W, Baechle T (1998). Strength Training Past 50. *Champaign: Human Kinetics*
13. Zaichkowsky L, Larson J (1995). Physical, motor, and fitness development in children and adolescents. *J Educa. 177:55-79*

Cita Original

Faigenbaum AD, Westcott WL, Long C, LaRosa Loud R, Delmonico M, Micheli LJ. Relationship between repetitions and selected percentages of the one repetition maximum in healthy children. Pediatr Phys Ther; 1998; 10: 110-113.