

Monograph

Efectos de Diferentes Intervalos de Recuperación sobre el Volumen de Ejercicio Completado en Series de Sentadillas

Rahman Rahimi¹

¹*Department of Physical Education and Sports Science, Razi University, Kermanshah, Iran.*

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue comparar los efectos de 3 diferentes intervalos de recuperación sobre el volumen de sentadillas completado durante una sesión. Veinte hombres universitarios fueron voluntarios para participar en este estudio (edad 20.73 ± 2.60 años; masa corporal 80.73 ± 10.80 kg). Todos los sujetos realizaron 3 sesiones de evaluación, durante las cuales se realizaron 4 series de sentadillas con una carga igual al 85% de 1RM. Durante cada sesión de evaluación, las series de sentadillas se realizaron con un período de recuperación de 1, 2 o 5 minutos entre las series. El volumen fue definido como el número de repeticiones completado en las 4 series en cada condición experimental. Se realizaron análisis estadísticos separadamente para las sentadillas. El análisis de varianza ANOVA de una vía para medidas repetidas con comparaciones post hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas entre cada condición de recuperación para ambos ejercicios evaluados ($p < 0.05$). La condición en la que se realizaron 5 min de recuperación resultó en el mayor volumen completado, seguido en orden descendente por las condiciones en las que se realizaron 2 min y 1 min de recuperación. La capacidad para realizar un mayor volumen de entrenamiento con una carga dada puede estimular mayores adaptaciones al entrenamiento de la fuerza.

Palabras Clave: entrenamiento de la fuerza, recuperación, sentadillas, reclutamiento

INTRODUCCION

La forma en la que se intenta incrementar la fuerza muscular dictará la forma en que se realiza el entrenamiento. El entrenamiento de la fuerza es específico en términos del ángulo, rango de movimiento e incluso de la velocidad de las contracciones (Sharkely, 1990). Los programas de entrenamiento de la fuerza pueden diseñarse para hacer énfasis en la fuerza, en la potencia, en la hipertrofia o en la resistencia muscular (Kraemer et al., 2002). Cuando se diseñan programas de entrenamiento con sobrecarga hay diversas variables que deben considerarse tales como la intensidad, el volumen, la frecuencia, el número de repeticiones, la velocidad y las pausas (Baechle et al., 2000; Kraemer et al., 2002). La manipulación de las variables de entrenamiento, como las mencionadas previamente, queda determinada por los objetivos del programa y por las necesidades de cada individuo. Los errores en la progresión de cualquiera de estas variables puede, teóricamente, resultar en sobreentrenamiento y; por lo tanto, la manipulación de estas variables debe realizarse correctamente (Kreider, 1998).

El volumen de entrenamiento es la suma del número de repeticiones realizadas durante una sesión de entrenamiento multiplicado por la carga utilizada. El volumen de entrenamiento ha mostrado afectar las respuestas neurales (Hakkinen et al., 1987; 1988), musculares (Dolezal, 1998), metabólicas (Collins, 1986) y hormonales (Gotshalk, 1997; Kraemer, 1993; Mulligan, 1996) y las subsiguientes adaptaciones al entrenamiento.

La duración del período de recuperación entre las series se considera un factor importante que puede ser manipulado para ajustarse a los objetivos del programa de entrenamiento y se ha demostrado que este factor afecta significativamente las respuestas metabólicas (Kraemer et al., 1987), hormonales (Kraemer et al., 1990; 1991; 1993) y cardiovasculares (Fleck, 1988) a una serie aguda de ejercicio de sobrecarga, así como también el rendimiento en las subsiguientes series (Kraemer et al., 1997) y las adaptaciones al entrenamiento (Pincivero et al., 1997; Robinson et al., 1995). Para el entrenamiento que tiene como objetivo incrementar la fuerza muscular, se ha recomendado utilizar pausas de 2 a 5 minutos que permitan una mayor recuperación y el mantenimiento de la intensidad de entrenamiento (Baechle et al., 2000; Kraemer et al., 2002; Willardson et al., 2005). Estudios previos han mostrado que la duración del período de recuperación entre las series tiene un efecto significativo sobre el volumen total completado durante una sesión, lo cual puede afectar las subsiguientes adaptaciones al entrenamiento de la fuerza (Robinson et al., 1995).

En un estudio se investigaron los efectos de un período de recuperación de 3 minutos versus un período de recuperación de 1 minuto sobre el número total de repeticiones completadas en 3 series de press de banca y de prensa de piernas con una carga fija igual a la alcanzada en 10 repeticiones máximas (10RM). Cuando se utilizó un período de recuperación de 3 minutos entre las series, cada sujeto fue capaz de completar las 10 repeticiones en las tres series. Sin embargo, cuando el período de recuperación fue de un minuto entre las series, se observó una reducción significativa en el número de repeticiones ($p < 0.05$) (Kraemer et al., 1997).

En un estudio en donde se examinaron los efectos de 3 diferentes intervalos de recuperación sobre el número total de repeticiones completadas en 4 series de sentadillas con una carga del 85% de 10RM se reportó que no se observaron diferencias significativas entre las tres condiciones experimentales [los tres períodos de recuperación incluyeron (a) una frecuencia cardíaca (HR) igual al 60% de la HR máxima estimada para la edad, (b) un intervalo de 3 minutos y (c) un índice trabajo/pausa de 1:3]. Sin embargo, en cada condición experimental, el número de repeticiones realizado en cada serie declinó significativamente entre la primera y cuarta serie ($p < 0.05$) (Larson et al., 1997).

Weir et al (1994) estudiaron los efectos de 4 diferentes intervalos de recuperación sobre el rendimiento máximo repetido en el ejercicio de press de banca. Cada sujeto realizó dos repeticiones máximas en press de banca separadas por una pausa de 1, 3, 5 o 10 minutos. Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas entre los intervalos de recuperación respecto de la capacidad para realizar repeticiones máximas en el ejercicio de press de banca ($p > 0.05$).

Por último, Willardson et al (2005) compararon los efectos de 3 diferentes intervalos de recuperación sobre el número total de repeticiones completadas en 4 series de sentadillas con una carga de 8RM, y los resultados mostraron que la condición en la cual se realizó una pausa de 5 minutos resultó en un mayor número de repeticiones completadas, seguida en orden descendente por las condiciones en las que se realizaron 2 y 1 minuto de recuperación. La capacidad para realizar un mayor volumen de entrenamiento con una carga determinada puede estimular mayores adaptaciones relacionadas con la fuerza.

Los resultados de estos estudios sugieren que la repetitibilidad del rendimiento en múltiples series depende de la duración del período de recuperación entre las series y de la carga que está siendo levantada. Sin embargo, para nuestro conocimiento hasta el momento no se ha reportado el impacto de períodos de recuperación de 1, 2 o 5 minutos sobre el volumen de sentadillas completadas en 4 series con una carga del 85% de 1RM. Además, los atletas entrenados en la fuerza tales como los físicoculturistas o los levantadores de potencia, deben realizar ejercicios con intensidades máximas o casi máximas para incrementar su fuerza o su hipertrofia muscular. La recuperación entre los esfuerzos para estos atletas puede ser un punto crítico respecto de la maximización del rendimiento; sin embargo, para nuestro conocimiento no se han llevado a cabo estudios que hayan examinado este aspecto. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue comparar los efectos de 3 diferentes períodos de recuperación sobre el volumen de sentadillas completado en 4 series con una carga igual al 85% de 1RM.

MÉTODOS

Aproximación Experimental al Problema

Un grupo de 20 hombres de edad universitaria fueron voluntarios para este estudio de investigación (edad 20.73 ± 2.60

años; masa corporal 80.73 ± 10.80 kg). Todos los sujetos fueron clasificados como levantadores de pesas recreacionales experimentados que realizaban consistentemente un mínimo de 3 sesiones semanales de entrenamiento con sobrecarga por al menos 2 años antes del comienzo del estudio y ninguno de los sujetos tenía experiencia con dicho estilo de entrenamiento antes del estudio.

La recolección de los datos se llevó a cabo en un período de 4 semanas, realizando una sesión de evaluación por semana. El ejercicio de sentadilla se llevó a cabo en un dispositivo multifuerza (*power cage*). Los soportes de la multifuerza fueron ajustados de manera tal que el sujeto descendiera hasta el punto en el que los muslos quedaran paralelos al piso. La realización de una sentadilla considerada válida, requirió que el sujeto descendiera flexionando las rodillas y caderas hasta que la cabeza proximal del fémur alcanzara el mismo plano horizontal que el borde superior de la rótula. Para las evaluaciones se seleccionó una carga igual al 85% de 1RM. La entrada en calor consistió de realizar 5-10 repeticiones con una carga del 40-60% del máximo percibido, luego de lo cual se incluyó un período de 3-5 minutos para la recuperación y la realización de estiramientos, y finalmente la realización de 3-5 repeticiones con una carga del 60-70% del máximo. Luego de esto se realizaron 3-5 levantamientos para determinar la fuerza en 1RM con 5 minutos de recuperación entre los levantamientos. Un intento era considerado válido cuando el movimiento era completado a través de todo el rango de movimiento sin desviaciones en la técnica apropiada. En cada sesión de evaluación se utilizaron asistentes que brindaron estimulación verbal y cuidaron de la seguridad de los sujetos. Para asegurar que todos los sujetos se movieran a aproximadamente la misma velocidad en cada repetición, cada serie fue cronometrada utilizando un cronómetro digital. Los asistentes marcaron la cadencia de las fases concéntricas y excéntricas de cada repetición. La velocidad de repetición consistió de 3 segundos para la fase excéntrica seguida de una fase concéntrica de 1 segundo. En las siguientes 3 sesiones de evaluación, se realizaron 4 series de sentadillas con períodos de recuperación de 1, 2 y 5 segundos entre las series. Para determinar el orden de los ejercicios y de los períodos de recuperación entre las series para cada sesión se utilizó un procedimiento contrabalanceado. Durante todo el estudio, se les permitió a los sujetos continuar con sus entrenamientos normales con las siguientes excepciones: (a) se les instruyó a los sujetos que no realizaran sentadillas en sus sesiones de entrenamiento y (b) se les instruyó a los sujetos que no entrenaran los días de las evaluaciones.

Análisis Estadísticos

Los datos recolectados fueron analizados con el programa estadístico SPSS 11.5. Los valores obtenidos en las diferentes sesiones fueron comparados utilizando el análisis de varianza (ANOVA) de 1 vía para medidas repetidas. Para que una diferencia fuera considerada significativa, esta debía alcanzar un valor alfa de 0.05. También se evaluó la confiabilidad interclase entre las tres sesiones. Para cada condición experimental, el volumen fue definido como el número total de repeticiones completado en las 4 series. Cuando se halló un efecto significativo de la sesión, se realizó la comparación apareada de las sesiones utilizando el test *post hoc* de Bonferroni para identificar las diferencias entre las sesiones.

RESULTADOS

El volumen completado en el ejercicio de sentadillas cuando se utilizó una pausa de 1 minuto fue significativamente diferente del volumen completado cuando se utilizó la pausa de 5 minutos y el volumen completado cuando se utilizó la pausa de 2 minutos fue significativamente diferente del volumen completado cuando se utilizó la pausa de 5 minutos ($p < 0.001, 0.002$; ver Tabla 1). Sin embargo, el volumen completado no fue significativamente diferente entre las condiciones en las que se utilizaron pausas de 1 y 2 minutos ($p = 0.190$; ver Tabla 1). El coeficiente de confiabilidad interclase para la sentadilla fue de 0.97.

Tiempo de Recuperación	Serie 1 (reps)	Serie 2 (reps)	Serie 3 (reps)	Serie 4 (reps)	Total (reps)
1 Minuto	7.70 (.80)	4.80 (1.23)	3.50 (1.05)	2.20 (.61)	4.55 (2.25) †
2 Minutos	7.35 (.81)	5.40 (1.35)	4.45 (.82)	3.20 (1.15)	5.10 (1.84) §
5 Minutos	7.35 (.93)	6.70 (1.21)	6.00 (.85)	4.65 (.85)	6.17 (1.39) † §

Tabla 1 Repeticiones completadas, media (\pm DE). † Diferencia significativa entre las condiciones de recuperación de 1 y 5 minutos ($p < 0.05$). § Diferencia significativa entre las condiciones de recuperación de 2 y 5 minutos ($p < 0.05$)

DISCUSION

Los resultados demostraron que, a medida que se incrementa la duración del período de recuperación, el número total de repeticiones completadas también se incrementó. No obstante no hubo diferencias significativas entre las condiciones en las que se utilizaron pausas de 1 y 2 minutos ($p = 0.190$).

Cuando se levanta una carga submáxima, se reclutan tanto las fibras lentas como las fibras rápidas, pero al comienzo son las fibras de contracción lenta las que producen la fuerza y a medida que estas se fatigan la fibras de contracción rápida continúan produciendo la tensión necesaria. Por último, cuando todas las fibras musculares se encuentran en condiciones de fatigas y no pueden producir la tensión necesaria, se debe finalizar la serie de ejercicio (Sale et al., 1987; Zatsiorsky, 1995). Si se considera el período de recuperación entre las series, las fibras de contracción lenta requieren de un menor tiempo de recuperación debido a sus características oxidativas, mientras que las fibras de contracción rápida requieren de un mayor período de recuperación debido a sus características glucolíticas (Weiss, 1991).

Debido a que las fibras de contracción rápida dependen principalmente de la producción de energía por la vía de la glucólisis anaeróbica, estas fibras acumularán altos niveles de ácido láctico durante la realización de ejercicios de alta intensidad. Si bien se ha sugerido que la acumulación de ácido láctico disminuye el pH intracelular a través de la disociación de iones hidrógeno (H^+), lo cual en definitiva conduciría a la fatiga (Jones et al., 1986; Taylor et al., 1990), Robgers et al (2004) demostraron que no existe respaldo bioquímico que indique que la producción de lactato provoque la acidosis y sugirieron que el lactato en realidad retrasa la acidosis y no la causa. Además, existe un gran cúmulo de evidencia que muestra que la acidosis es causada por reacciones distintas a aquellas involucradas en la producción de lactato (Corey, 2003; Kowalchuk, 1988; Tafaletti, 1991). Cada vez que una molécula de ATP se hidroliza para formar ADP y Pi, se libera un protón. Cuando la demanda de ATP para la contracción muscular es cubierta a partir de la respiración mitocondrial no hay acumulación de protones en la célula, ya que los protones son utilizados por la mitocondria para la fosforilación oxidativa manteniéndose un gradiente de protones a través del espacio intermembranoso. Cuando la intensidad del ejercicio se incrementa más allá del estado estable, hay una mayor dependencia en la generación de ATP a partir del sistema de la glucólisis y de los fosfágenos. El ATP suministrado por estas fuentes no mitocondriales es eventualmente utilizado para la contracción muscular incrementando la liberación de protones y causando la acidosis característica del ejercicio intenso. La producción de lactato se incrementa en estas condiciones celulares para evitar la acumulación de piruvato y para suministrar el NAD^+ necesario para la fase 2 de la glucólisis (Robgers et al. 2004).

Es importante señalar que la producción de lactato actúa tanto en forma de sistema amortiguador, consumiendo H^+ , como en forma de sistema de *turnover* de protones, transportando los H^+ a través del sarcolema, protegiendo así a la célula de la acidosis metabólica. La causa de la acidosis metabólica no es meramente la liberación de protones, sino un desbalance entre la tasa de liberación de protones y la tasa de remoción y amortiguación de protones. Como se mostró previamente, los protones son liberados a partir de la glucólisis (una acumulación de NAD^+H^+ producido por la reacción de la gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa) y a partir de la hidrólisis del ATP. Sin embargo, no hay un inmediato descenso del pH celular debido a la capacidad de los múltiples componentes celulares que amortiguan y remueven los protones. El sistema de amortiguación intracelular, el cual incluye las proteínas, los aminoácidos, el Pi, HCO_3^- , la hidrólisis de fosfocreatina (PCr) y la producción de lactato, consume H^+ para proteger a la célula de la acumulación intracelular de protones. Los protones también son removidos del citosol a través del transporte mitocondrial, del transporte vía sarcolema (simportadores lactato/ H^+ e intercambiadores Na^+/H^+) y del intercambiador dependiente de bicarbonato (HCO_3^-/Cl^-). Dichos sistemas de membrana son cruciales para comprender la influencia de la diferencia de iones en la regulación ácido-base durante la acidosis metabólica (Kowalchuk, 1988; Corey, 2003). Sin embargo, cuando la tasa de producción de H^+ excede la capacidad de amortiguación o de remoción de protones en los músculos esqueléticos, o cuando no hay suficiente tiempo como para amortiguar o remover los H^+ , se instala la acidosis metabólica que en definitiva resulta en la fatiga muscular.

Los intervalos de recuperación de un minuto o menos han mostrado incrementar significativamente los niveles de ácido láctico durante entrenamientos de la fuerza de alta intensidad (Kraemer et al., 1987). El tiempo necesario para que se produzca el clearance de ácido láctico luego de ejercicios de alta intensidad ha mostrado ser de entre 4-10 minutos (Jones et al., 1986). En el presente estudio, la condición en la cual se utilizó una pausa de 5 minutos probablemente permitió que se consumieran los suficientes H^+ como para que se retrase la fatiga y por lo tanto permitió que los sujetos completaran un mayor volumen de ejercicio, en comparación con la utilización de pausas de 1 y 2 minutos.

Los resultados del presente estudio fueron diferentes de los obtenidos por Kraemer (1997) quien halló que cuando los sujetos descansaban por 3 minutos entre las series, eran capaces de completar 10 repeticiones en las 3 series de press de banca con una carga de 10RM. En el presente estudio, los sujetos no pudieron completar repeticiones máximas en las 4 series de sentadillas con una carga del 85% de 1RM, incluso cuando se utilizó la pausa de 5 minutos entre las series,

observándose una reducción en el número de repeticiones entre la serie 1 y la serie 4 (ver Tabla 1). Estas diferencias en los resultados pueden ser explicadas por las diferencias en el estatus de entrenamiento de los sujetos.

Los sujetos utilizados por Kraemer (1997) fueron jugadores de fútbol americano de la División I acostumbrados a entrenar con esfuerzos máximos en series múltiples. Estos sujetos posiblemente estuvieran adaptados hasta el punto de que podían realizar más repeticiones con menores períodos de recuperación entre las series. En contraste, los sujetos del presente estudio eran levantadores recreacionales y raramente entrenaban con esfuerzos máximos en series múltiples. Larson et al (1997) utilizaron una muestra de hombres entrenados recreacionalmente y obtuvieron resultados consistentes con los del presente estudio, con una reducción significativa en el número de repeticiones completadas en 4 series de sentadillas con una carga del 85% de 10RM.

Sin embargo, Weir et al (1994) no observaron diferencias en la capacidad para realizar repeticiones máximas en el ejercicio de press de banca con pasusas de 1, 3, 5 y 10 min entre las series. Una limitación de este estudio fue que los sujetos solo realizaron dos series con una carga de 1RM. Si se hubieran realizado más de dos series, los intervalos de recuperación más largo podrían haber resultado en un rendimiento superior. En el presente estudio, los sujetos fueron capaces de mantener el volumen de entrenamiento en mayor medida cuando descansaron 5 minutos entre las series.

Los datos de la presente investigación concuerdan con los de otros estudios en los cuales se examinaron los efectos de tres diferentes períodos de recuperación sobre el volumen completado en el ejercicio de sentadillas (Kraemer et al., 1987; Larson et al., 1997; Willardson et al., 2005). Si bien Robinson et al (1995) demostraron que un intervalo de recuperación de 3 minutos resultó en un mayor volumen de entrenamiento, un intervalo de mayor duración podría haber resultado en un volumen de entrenamiento incluso mayor y, consecuentemente en mayores ganancias de fuerza. El presente estudio demostró una relación dosis - respuesta entre la duración de la pausa y el volumen de entrenamiento completado. Sin embargo, la aplicabilidad de períodos de recuperación de mayor duración debe ser considerada, ya que puede haber un punto en donde la devolución sea menor, es decir en donde un período de recuperación de mayor duración no produzca el aumento del volumen.

CONCLUSIONES

La sentadilla es uno de los ejercicios que con más frecuencia se prescribe en los programas de entrenamiento de la fuerza. Cuando se diseñan programas de entrenamiento de la fuerza, la duración de los períodos de recuperación entre las series probablemente dependa de los objetivos, del estatus de entrenamiento del individuo y de la carga que está siendo levantada. El presente estudio demostró que un período de recuperación de 5 minutos entre las series permitió la realización del mayor volumen de entrenamiento con una carga del 85% de 1RM. La capacidad de realizar un mayor volumen de entrenamiento con una carga dada puede estimular mayores adaptaciones relacionadas con la fuerza (). Una limitación del presente estudio fue que no se midieron las ganancias en la fuerza y que los sujetos no fueron separados en grupos de acuerdo a los diferentes intervalos de recuperación. Las investigaciones futuras deberían continuar examinando los cambios en la fuerza muscular, particularmente las diferencias entre diferentes períodos de recuperación.

Puntos Clave

- No se observaron diferencias significativas en el volumen de ejercicio completado con pausas de 1 y 2 minutos
- La pausa de 5 minutos permitió que se completara el mayor volumen de ejercicio con una carga igual al 85% de 1RM.

Dirección para el envío de correspondencia: Rahman Rahimi Department of Physical Education and Sports Science, Razi University, Kermanshah, Iran

REFERENCIAS

1. Baechle, T.R., Earle, R.W. and Wathen, D (2000). Resistance training. Champaign. IL: *Human Kinetics*. 395-425
2. Collins M.A., Hill D.W., Cureton, K.J. and DeMello, J.J (1986). Plasma volume change during heavy-resistance weight lifting. *European Journal of Applied Physiology* 55, 44-48
3. Corey, H,E (2003). Stewart and beyond: new models of acid-base balance. *Kidney International* 64, 777-787
4. Dolezal, B.A. and Potteiger J.A (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate (BMR) in non-

- dieting individuals. *Journal Applied Physiology* 85, 695-700
5. Fleck, S.J (1988). Cardiovascular adaptations to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 20, S146-S151
 6. Gotshalk, L.A., Loebel C.C., Nindl B.C., Putukian, M Sebastianelli, W.J Newton, R.U Hakkinen, K. and Kraemer, W.J (1997). Hormonal responses to multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Canadian Journal of Applied Physiology* 22, 244-255
 7. Hakkinen, K., Komi, P.V., Alen, M. and Kauhnen, H (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weightlifters. *European Journal of Applied Physiology* 56, 419-427
 8. Hakkinen, K., Pakarinen, A., Komi, P.V., Alen, M. and Kauhnen, H (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in tow years. *Journal of Applied Physiology* 65, 2406-2412
 9. Harris, R.C., Edwards, R.H.T, Hultman, E., Nordesjo, L.O., Ny Lind, B. and Sahlin, K (1976). The time course of phosphocreatine resynthesis during the recovery of quadriceps muscle in man. *Pflugers Archive* 97, 392-397
 10. Jones, N.L., McCartney, M.R. and McComas, A.J (1986). Human muscle power. Champaign. IL: *Human Kinetics*. 215-238
 11. Kowalchuk, J.M., Heigenhauser, G.J.F., Lindinger, M.I., Sutton, J.R. and Jones, N.L (1988). Factors influencing hydrogen ion concentration in muscle after intense exercise. *Journal of Applied Physiology* 65, 2080-2089
 12. Kraemer, W.J., Adams, K., Fleck, S.J (2002). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34, 364-380
 13. Kraemer, W.J (1997). A series of studies[] the physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *Journal of Strength and Conditioning Research* 11, 131-142
 14. Kraemer, W.J, Fleck S.J., Dziados J.E., Harman, E.A., Marchitelli, L.J., Gordon, S.E., Mello, R., Frykman, P.N., Koziris, .LP. and Triplett, N.T (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology* 75, 594-604
 15. Kraemer, W.J, Gopdon S.E., Fleck S.J., Marchitelli, L.J., Mello, R., Dziados, J.E., Friedl, K., Harman, E., Maresh, C. and Fry, A.C (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy-resistance exercise males and females. *International Journal of Sports Medicine* 12, 228-235
 16. Kraemer, W.J, Marchitelli L., Gordon S.E., Harman, E., Dziados, J.E., Mello, R., Frykman, P., McCurry, D. and Fleck, S.J (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy-resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology* 69, 1442-1450
 17. Kraemer, W.J, Noble B.J., Clark M.J. and Culver B.W (1987). Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *International Journal of Sports Medicine* 8, 247-252
 18. Kreider, R.B, Fry, A.C. and O'Tool, M.L (1998). Overtraining in sport. IL: *Human Kinetics*. 73-74
 19. Larson,, G.D. and Potteiger, J.A (1997). A comparison of three different rest intervals between multiple squat bouts. *J. Strength Cond. Res.* 11:(2) 115-118
 20. Mulligan S.E., Fleck S.J., Kraemer W.J (1996). Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentration in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10, 256-262
 21. Pincivero, D.M., Lephart, S.M. and Karunakara, R.G (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short term high intensity training. *British Journal of Sports Medicine* 31, 229-234
 22. Robergs, R.A., Ghiasvand, F. and Parker, D (2004). Biochemistry of exercise - induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology* 287, R502-516
 23. Robinson, J.M, Stone, M.H, Johnson, R.L, Penland, C.M, Warren, B.J. and Lewis R.D (1995). Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 9, 216-221
 24. Sale, D.G (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and Sport Science Reviews* 15, 95-151
 25. Sharkely, B.J (1990). Physiology of fitness. Champaign. IL: *Human Kinetics*. 84-85
 26. Tafaletti, J.G (1991). Blood lactate: biochemistry, laboratory methods and clinical interpretation. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences* 28, 253[]268
 27. Taylor, A.W., Gollnick, P.D., Green, H.J., Ianuzzo, C., Noble, E.G., Metivier, G. and Sutton, J.R (1990). Biochemistry of exercise VII. Champaign. IL: *Human Kinetics*. 333-339
 28. Weir, J.P, Wagner L.L. and Housh, T.J (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *Journal of Strength and Conditioning Research* 8, 58-60
 29. Weiss, L.W (1991). The obtuse nature of muscular strength: The contribution of rest to its development and expression. *Journal of Applied Sport Science Research* 55, 219-227
 30. Willardson, J.M. and Burkett, L.N (1995). A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 19, 23-26