

Monograph

Recuperación de la Frecuencia Cardíaca Luego de Ejercicios de Sobrecarga

Adriano E Lima-Silva², Fernando De Oliveira³ y George Vieira¹¹Physical Effort Laboratory/CDS/Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.²Sports Science Research Group, Federal University of Alagoas, Maceió, Brasil.³Nemoh/ Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de la intensidad, tipo de ejercicio y género en la cinética de la recuperación de la frecuencia cardíaca (HR). Seis varones y seis mujeres ($22,7 \pm 2,1$ años, $171,9 \pm 10,9$ cm, $66,3 \pm 11,8$ kg) realizaron dos test de 1RM en press de piernas y press de banca. Luego de un período de, como mínimo, 24 hs los sujetos realizaron una serie hasta el agotamiento en press de banca o press de piernas (el orden fue establecidos al azar) al 80% de 1RM, seguido por una recuperación de 5 min, y a continuación realizaron otra serie del mismo ejercicio al 60% de 1RM. Después de cinco minutos, los sujetos ejecutaron la misma secuencia en el otro ejercicio. Los valores de HR ($\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$) fueron ajustados matemáticamente, y se obtuvieron las siguientes variables: velocidad (τ) y amplitud (Amp) de la disminución, y la estabilización de HR (HR_{base}). La HR_{base} fue mayor en el press de piernas que en el press de banca (92 ± 18 vs 81 ± 18 $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$), y se observó una tendencia que indicó que los cambios en HR_{base} dependerían del género (press de banca en mujeres = 85 ± 22 y press de banca en varones = 76 ± 12 $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ versus press de piernas en mujeres = 87 ± 21 y press de piernas en varones = 97 ± 13 $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$, $p=0,09$). La Amp fue similar en todas las intensidades, ejercicios y en ambos sexos. La velocidad (τ) varió significativamente con el tipo de ejercicio y género (press de banca en mujeres = $31,7 \pm 14,6$ y press de banca en varones = $62,3 \pm 31,3$ vs press de piernas en mujeres = $61,1 \pm 17,6$ y press de piernas en varones = $53,9 \pm 16,0$ s, $p<0,05$). No se observó efecto significativo de intensidad sobre ninguna de las variables estudiadas. Estos resultados sugieren que la recuperación de HR está influenciada por el tipo de ejercicio y la magnitud de estos cambios depende del género.

Palabras Clave: ejercicio para el tren superior corporal, ejercicio para el tren inferior corporal, cardiovascular

INTRODUCCION

El entrenamiento de la fuerza ha sido el método más eficaz para el desarrollo de fuerza muscular y actualmente, importantes organizaciones de salud, lo prescriben para mejorar la aptitud física del individuo y la salud (18). Se ha demostrado que cuando el entrenamiento de la fuerza se incorpora a un programa de aptitud física general, es capaz de reducir factores de riesgo asociados con la enfermedad de las arterias coronarias, la diabetes que no depende de insulina, y prevenir la disminución de masa magra corporal provocada por los programas de ejercicio tradicionales (4,18). Además, el entrenamiento de la fuerza se ha transformado en una herramienta común para prevenir la osteoporosis, incapacidad funcional e inestabilidad dinámica (18).

La respuesta de la frecuencia cardíaca (HR) frente al ejercicio permite realizar un análisis no invasivo del comportamiento del sistema cardiovascular durante el esfuerzo y también determinar el nivel de aptitud física de los sujetos. La HR se supervisa fácilmente y puede ser utilizada para controlar la intensidad de los ejercicios aeróbicos (1). Por otro lado, en los ejercicios de fuerza, la prescripción y control de la intensidad se establece, principalmente, en cargas en función a una repetición máxima (1RM) (11). Sin embargo, este parámetro no proporciona la magnitud del estrés provocado sobre el sistema cardiovascular.

La relación entre el entrenamiento de la fuerza y las respuestas del sistema cardiovascular ha sido analizada recientemente (20) y puede aportar información importante sobre la intensidad del entrenamiento (12).

Además, la recuperación de la HR es un parámetro que frecuentemente se utiliza para medir la aptitud cardiovascular en los ejercicios aeróbicos (5, 9). Savin et al. (22) describieron el comportamiento de la HR después de ejercicios aeróbicos y sugirieron que la recuperación de HR disminuye exponencialmente en dos fases durante la recuperación a corto plazo. La primera fase provoca una disminución rápida en la HR (componente rápido) seguida por una segunda fase de caída más lenta (componente lento). La disminución rápida de la HR que se observa luego del ejercicio puede ocurrir, principalmente, debido a la reactivación parasimpática; y luego la caída en HR se atribuye a la menor actividad simpática (2, 9, 14, 24).

A pesar de ésta evidencia obtenida en los ejercicios aeróbicos, no se conoce con detalle como se comporta la HR después de los ejercicios de fuerza.

Diferentes factores pueden provocar diferencias en la recuperación de HR, entre los que se incluyen diferencias fisiológicas y morfológicas entre varones y mujeres (3), masa muscular reclutada durante el ejercicio, diferencias entre los miembros superiores e inferiores (20), y en la intensidad del ejercicio (10, 21, 23, 25). No se han investigado con detalle, los efectos de estos factores, en conjunto o por separado, sobre la recuperación de HR. Por consiguiente, el presente estudio fue diseñado para determinar si hay diferencias en los parámetros derivados de la curva de recuperación de HR en diferentes intensidades, tipos de ejercicio y género.

MÉTODOS

Sujetos

Doce sujetos saludables, seis mujeres ($22,8 \pm 2,8$ años; $163,6 \pm 6,3$ cm; $57,5 \pm 6,1$ kg; $18,7 \pm 4,3\%$ grasa corporal) y seis hombres ($22,7 \pm 1,6$ años; $180,2 \pm 7,6$ cm; $75,2 \pm 9,0$ kg; $10,4 \pm 1,8\%$ grasa corporal), que tenían experiencia previa en entrenamiento de la fuerza, fueron seleccionados para participar en el estudio. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado antes de comenzar las pruebas. Los procedimientos realizados fueron aprobados por el comité de ética de la Universidad Federal de Santa Catarina.

Procedimientos

Inicialmente, se realizaron las mediciones antropométricas para estimar el porcentaje de grasa corporal. En las participantes femeninas se midieron los siguientes pliegues cutáneos: Tríceps, suprailíaco y muslo; y la grasa corporal fue estimada mediante la ecuación de Jackson, Pollock y Wards (16). En los varones se midieron los pliegues de pecho, abdomen y muslo y la grasa corporal fue estimada a través de la ecuación de Jackson y Pollock (15).

Después de las determinaciones antropométricas, los sujetos realizaron dos tests para determinar 1RM (press de banca y press de piernas, en orden aleatorio). Antes de los tests se realizó una entrada en calor de 10 min que consistió en correr moderadamente en una pista de carreras y luego un entrenamiento específico donde se permitió la ejecución de 1 serie de 15 repeticiones.

Después de un período de 24 h, los sujetos regresaron al laboratorio y realizaron los tests para obtener la mayor cantidad de repeticiones hasta el agotamiento (Figura 1). La secuencia fue realizada al 80% y 60% de 1 RM. Esta secuencia se basó en datos previos obtenidos por Wilborn et al. (25) quienes demostraron que el estrés cardiovascular era mayor a 65% que 85% de 1RM. Los ejercicios de press de piernas y press de banca fueron realizados en orden aleatorio.

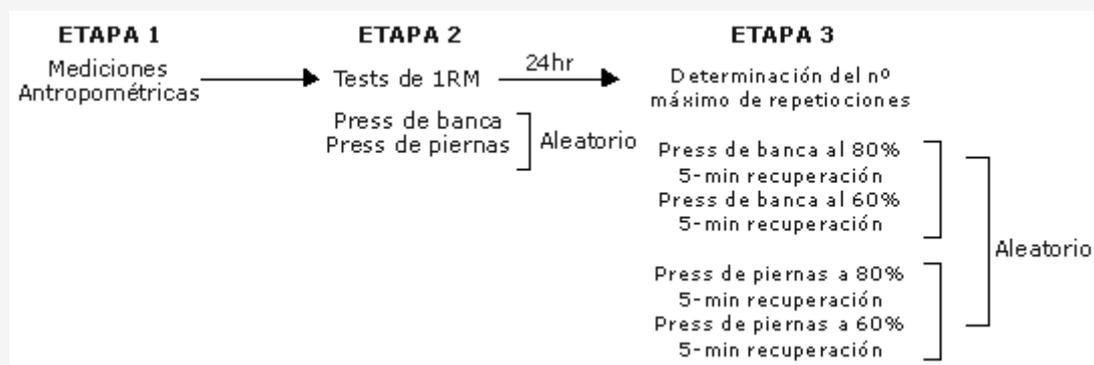


Figura 1. Diseño Experimental.

Tests de 1RM

Los tests de 1RM fueron realizados con una carga inicial establecida en función de la experiencia del sujeto evaluado. Se solicitó a los sujetos que ejecutaran un movimiento completo. En los casos en que los sujetos podían ejecutar dos movimientos, se permitió un período de recuperación de 5 min y la prueba se reanudó con una carga mayor. Para obtener la carga máxima en cada test, se fijó un número máximo de tres esfuerzos consecutivos. En caso de que no fuera posible obtener la carga máxima del sujeto, se permitió un cambio de ejercicio para alternar los grupos musculares y así obtener la carga máxima del otro ejercicio. Este último procedimiento fue necesario sólo para un sujeto.

Determinación del Número Máximo de Repeticiones

Se aconsejó a los individuos realizar los movimientos a una velocidad moderada. Todas las series fueron realizadas hasta el agotamiento con intervalos de 5 min entre ellas. Después de cada serie de repeticiones, los sujetos debían permanecer recostados en un banco en posición supina durante cinco minutos. En todos los intervalos de recuperación, se determinó la HR en intervalos de 5 seg (*Polar Electro Oy, S610i*). El último valor de frecuencia cardíaca obtenido durante las pruebas se denominó HR_{pico} . El número de repeticiones (NR) se definió como la cantidad total realizada en cada ejercicio. El volumen total (TV) se calculó multiplicando el peso por el número de repeticiones (NR).

Ejercicios en Press de Piernas y Press de Banca

En nuestro estudio los ejercicios fueron realizados siguiendo las recomendaciones publicadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (17), sobre el uso de press de banca para evaluar la fuerza de brazos y press de piernas para evaluar la fuerza de piernas. Los test de press de piernas fueron realizados en una máquina de press de piernas (*Vitality®, modelo ML209*), y el press de banca en una máquina de press de banca (*Vitality®, modelo ML206*).

Análisis de los Datos

Los valores de HR ($\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$) durante la fase de recuperación fueron graficados en función del tiempo (s) y ajustados con una función mono-exponencial:

$$HR = HR_{base} + Amp \cdot \exp^{-t/T}$$

Donde: HR_{base} es HR en la estabilización durante la recuperación; Amp es la disminución de la de amplitud de la HR; t es tiempo para un determinado valor de HR estimado; T es una constante de tiempo que representa el tiempo necesario para alcanzar un 63% de la disminución de la HR. Las curvas fueron ajustadas según los valores absolutos ($\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$) y relativos (%) de la HR_{pico} .

Análisis Estadísticos

La distribución normal de los datos se verificó mediante el test de Shapiro-Wilk. Para la comparación entre las variables derivadas del ajuste mono-exponencial (HR_{pico} , NR, y TV) se realizó un análisis de la varianza de 3 factores (factor 1=intensidad; factor 2=tipo de ejercicio; y factor 3=sexo) seguido por el test *post-hoc* de Scheffé. Se utilizó el test-t de Student de muestras independientes para comparar 1RM entre varones y mujeres, y el análisis de correlación lineal de Pearson para determinar si existían asociaciones entre las variables. Los valores se presentan como Media \pm DS.

El nivel de significancia se fijó en $p < 0,05$ para todos los análisis.

RESULTADOS

El NR en el ejercicio en press de banca al 60% de 1RM no presentó distribución normal por lo que las comparaciones que involucraron esta variable fueron realizadas utilizando una transformación logarítmica de los datos. Las otras variables fueron comparadas con los valores originales.

En la Tabla 1 se presentan los valores de carga máxima, NR, y TV de varones y mujeres en los dos ejercicios. El valor de 1RM fue significativamente diferente entre los dos sexos en ambos tipos de ejercicios. No se observaron diferencias significativas entre los sexos en el NR en ninguna de las intensidades y tipos de ejercicio, pero las mujeres mostraron una tendencia hacia un mayor NR que los varones ($p=0,09$). Los varones realizaron un mayor TV que las mujeres en todas las intensidades y tipos de ejercicio ($p = 0,047$). NR y TV fueron significativamente mayores en el press de piernas que en el press de banca ($p < 0,05$). NR y TV también fueron mayores en los ejercicios realizados al 60% que en los realizados a 80% de 1RM ($p < 0,05$).

Intensidad	Varones	Mujeres	Datos Combinados
1RM -press de banca (kg)	79,7 ± 12,5*	38,3 ± 7,5	59,0 ± 24,0
1RM -press de piernas (kg)	310,0 ± 71,5*	203,3 ± 43,2	257,0 ± 79,0
NR -press de banca 80%	7 ± 2	9 ± 4	8 ± 4†
NR -press de banca 60%	17 ± 3	23 ± 8	20 ± 7 ** †
NR -press de piernas 80%	15 ± 10	16 ± 7	16 ± 9
NR -press de piernas 60%	28 ± 7	33 ± 11	30 ± 9 **
TV -press de banca 80%	422,7 ± 160,2 *	284,0 ± 151,1	353 ± 165 †
TV -press de banca 60%	808,4 ± 207,1 *	520,2 ± 164,0	664 ± 233 ** †
TV -press de piernas 80%	3562,7 ± 1908,7 *	2606,7 ± 1196,8	3085 ± 1599
TV -press de piernas 60%	4998,0 ± 514,4 *	3998,0 ± 1620,7	4498 ± 1260 **

Tabla 1. Carga máxima (1RM), número de repeticiones máximas (NR), y volumen total (TV) a 60% y 80% de 1RM en ejercicios realizados en press de banca y press de piernas. *Se observaron diferencias significativas entre varones y mujeres ($p < 0,05$). ** Significativamente mayor que el valor correspondiente al 80% de 1RM en el mismo ejercicio ($p < 0,01$). † Significativamente menor que el valor correspondiente en el ejercicio en press de piernas ($p < 0,01$).

La HR_{base} fue significativamente mayor en press de piernas ($92 \pm 18 \text{ lat.min}^{-1}$) que en press de banca ($81 \pm 18 \text{ lat.min}^{-1}$) ($p < 0,05$). Se observó una tendencia que las variaciones de HR_{base} dependían del género, con la interacción entre género y tipo de ejercicio cerca del nivel de significancia ($p=0,09$). Las mujeres presentaron valores mayores de HR_{base} en press de banca ($85 \pm 22 \text{ lat.min}^{-1}$) que los varones ($76 \pm 12 \text{ lpm}$). Por otra parte, en el press de piernas, los valores más altos se observaron en los varones ($97 \pm 13 \text{ lpm}$) en comparación con las mujeres ($87 \pm 21 \text{ lpm}$) (Figura 2A). No se observó ningún efecto significativo de la intensidad ($p = 0,62$). Cuando se expresaron en términos relativos al HR_{pico} , no se observó ningún efecto significativo del tipo de ejercicio, género, o intensidad.

La disminución en la amplitud fue similar para todas las intensidades, los tipos de ejercicios y en ambos sexos, ya sea expresada en términos absolutos o relativos. La constante de tiempo (τ) varió significativamente según el tipo de ejercicio, y presentó interacción con el género (interacción entre los factores género - tipo de ejercicio, $p < 0,05$). En los ejercicios en press de banca, los valores fueron más altos en los varones ($62,3 \pm 31,0 \text{ s}$) que en las mujeres ($31,7 \pm 14,6 \text{ s}$, $p < 0,05$). Sin embargo, las mujeres presentaron valores mayores ($61,1 \pm 17,6 \text{ s}$) que los varones ($53,9 \pm 16,0 \text{ s}$, $p < 0,05$) en el press de piernas (Figura 2B). El mismo comportamiento se observó cuando se consideraron los valores relativos.

No se observó efecto significativo de la intensidad ($p = 0,37$).

La HR_{pico} fue significativamente mayor en press de piernas ($148 \pm 17 \text{ lat.min}^{-1}$) que en press de banca ($126 \pm 27 \text{ lat.min}^{-1}$) ($p=0,002$). La HR_{pico} fue menor (7% en promedio) durante el ejercicio al 80% de 1RM que al 60% de 1 RM, en ambos ejercicios, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0,15$) (Figura 2C). No se observó ningún efecto

significativo entre los sexos ($p = 0,30$).

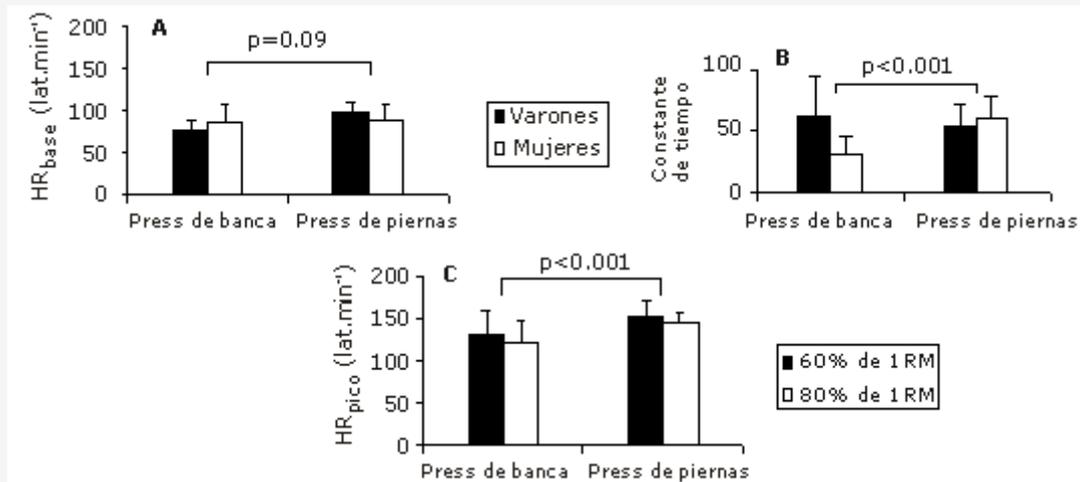


Figura 2. Valores de HR_{base} (A), constante de tiempo (B) y HR_{pico} (C) en varones y mujeres luego de los ejercicios en press de banca y press de piernas a 60% y 80% de 1RM.

La repetición máxima se asoció de manera positiva con la constante de tiempo en todas las intensidades y ejercicios (valores de r comprendidos entre 0,65 y 0,78; $p < 0,01$). El TV también se correlacionó positivamente con la constante de tiempo en el press de banca al 80% y 60% de 1RM ($r = 0,78$ y $0,86$, respectivamente). Las otras variables derivadas de la curva de recuperación de la HR no presentaron asociaciones significativas con el TV. El NR sólo presentó asociación con la HR_{base} al 60% de 1RM en press de piernas y press de banca ($r = 0,68$ y $0,64$, respectivamente), y con la HR_{pico} en el ejercicio en press de banca a 80% de 1RM ($r = 0,65$; $p < 0,01$).

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que la recuperación de la HR está influenciada tanto por el tipo de ejercicio como por el género. La estabilización de HR fue significativamente mayor después de los ejercicios para los miembros inferiores que luego de los ejercicios para los miembros superiores pero podría depender del género. La estabilización de la HR después de los ejercicios para los miembros superiores fue mayor en las mujeres que en los varones, pero cuando se midió luego de los ejercicios para los miembros inferiores se observó lo contrario. De manera similar, el tiempo para alcanzar la estabilización después de los ejercicios para los miembros superiores fue significativamente mayor en los varones que en las mujeres, pero también se observó lo contrario cuando se trató de los miembros inferiores.

En este estudio la HR_{pico} no se modificó debido a la intensidad puesta sobre los ejercicios para el tren superior e inferior. El tiempo total de esfuerzo no fue determinado, pero NR y TV fueron mayores al 60% de 1RM que al 80% de 1RM en ambos ejercicios.

Además los resultados de este y otros estudios (10, 23, 25) indican que existe una zona máxima para la respuesta de la HR durante el entrenamiento de fuerza entre el 50 y el 80% de 1RM. Wilborn et al. (25) sugirieron que el mayor aumento en HR observado en las intensidades más bajas podría atribuirse principalmente a la mayor duración del esfuerzo.

Nosotros establecimos que la HR_{pico} correspondió al último valor registrado durante el ejercicio, aunque este valor no siempre correspondió al mayor valor de HR. A pesar de esto último, nosotros no encontramos una diferencia significativa entre el mayor valor de HR observado durante el test y los valores de HR al final del ejercicio (datos no mostrados). Estos resultados corroboran los resultados observados en otros estudios (10, 21, 19) que demostraron que los valores más altos de HR tienden a ocurrir en la fase final de los ejercicios de fuerza y, normalmente, se producen en la repetición completa antes del punto de fatiga voluntaria. Esto era de esperar ya que durante el entrenamiento de la fuerza, las respuestas cardiovasculares tienden a aumentar cuando los músculos se fatigan, debido a una combinación de factores tales como un mayor esfuerzo voluntario de los músculos fatigados para continuar generando la misma fuerza y un mayor reclutamiento

de los músculos accesorios (20, 21).

Los estudios que han analizado la recuperación de HR han considerado diferentes períodos de recuperación (24). En el presente estudio, utilizamos un período de recuperación de 5 min. En un estudio piloto anterior, observamos evidencia que una recuperación de 5 min era suficiente para describir el comportamiento de la HR hasta su estabilización (HR_{base}) en todas las intensidades y tipos de ejercicio utilizados en este estudio y en ambos sexos. Más aún, en las recuperaciones a corto plazo como las consideradas en nuestro estudio, se demostró que la cinética de la HR quedó correctamente descrita por el ajuste monoexponencial (14,22). Desde un punto de vista práctico, podría ser más interesante para los entrenadores medir la recuperación de HR en intervalos cortos.

En el presente estudio se observó que la HR_{base} era mayor en el press de piernas que en el press de banca, lo que sugiere que los ejercicios para el tren inferior aumentan la HR de estabilización. Ichinose et al. (13) sugirieron que las respuestas cardiovasculares durante los ejercicios dinámicos y estáticos son mediadas por algunos factores como el orden central, los mecanismos de *feedback* a través de los nervios aferentes (fibras de los grupos III y IV), y el baroreflejo arterial y cardiopulmonar. Durante los ejercicios de alta intensidad, se activan el baroreflejo arterial y el reflejo metabólico (*metaboreflex*) para regular las respuestas cardiovasculares y la actividad nerviosa simpática. Después de los ejercicios de fuerza, la rápida disminución en la presión arterial puede reflejar un aumento en la perfusión del músculo activo vasodilatado junto con una respuesta barorefleja iniciada durante el ejercicio (20, 21). Por lo tanto, es posible que la masa muscular reclutada durante el ejercicio ejerza una función importante en la hipotensión después del ejercicio, y la HR podría aumentar como un mecanismo compensatorio para prevenir la disminución aguda en la presión arterial.

Esto podría explicar los valores más altos de HR_{base} en los ejercicios en press de piernas que en press de banca.

En el presente estudio se encontraron valores mayores de HR_{pico} en press de piernas, probablemente, debido a la mayor masa muscular activada y al mayor tiempo de esfuerzo. De manera similar, Imai et al. (14) indicaron que el comportamiento de estas variables cardiovasculares podría ser explicado por mecanismos centrales tales como la liberación de órdenes inhibitorias de la corteza motora al centro parasimpático. Por otra parte, al final del ejercicio, hay una inhibición de la corteza motora seguida por reactivación vagal que previene un trabajo cardiovascular excesivo después del ejercicio. Estos datos sugieren que la recuperación cardiovascular depende parcialmente de la respuesta cardiovascular durante el ejercicio. Más aún, la estimulación aferente del quimiorreceptor periférico podría justificar una inhibición simpática retrasada y también contribuir con el mantenimiento de una mayor HR después del ejercicio.

Las diferencias en la fuerza entre los varones y mujeres podrían haber sido influenciadas por el tipo de ejercicio y la cantidad de masa muscular reclutada.

El valor de 1RM en las mujeres fue aprox. 48% del valor absoluto de los varones en el press de banca y aprox. 66% en el ejercicio en press de piernas. Ettinger et al. (8) observaron que la masa muscular y la tensión generadas en un ejercicio estático fue menor en las mujeres que en los varones. Diferentes mecanismos median la recuperación post-ejercicio del sistema cardiovascular, y estos mecanismos pueden modular las respuestas de varones y mujeres de manera diferente. Hay evidencia que indica que las mujeres tienen menor tolerancia a varias posiciones ortostáticas en comparación con los varones (6, 7). La mayor necesidad de un ajuste cardiovascular a la oscilación en la posición del cuerpo observada en las mujeres también podría explicar, en parte, la menor velocidad de disminución de la frecuencia cardíaca en el press de piernas. Esto podría haberse producido, debido al cambio en la posición corporal después del ejercicio (de sentados a posición supina).

La disminución en la amplitud fue similar entre los tipos de ejercicio e intensidades, corroborando que HR_{pico} y HR_{base} exhiben una respuesta sincronizada frente al esfuerzo físico, lo que también podría prevenir la hipotensión sanguínea aguda post-ejercicio. Sin embargo, la HR_{pico} demostró una asociación significativa con la HR_{base} sólo en la intensidad de 80% de 1RM, en press de banca ($r = 0,64$, $p < 0,03$) y en press de piernas ($r = 0,84$, $p < 0,01$). Mcdougall et al. (21) sugieren que el nivel de esfuerzo en los ejercicios de fuerza, podría ser el factor más importante para el aumento en la presión arterial durante el ejercicio. Por lo tanto, las intensidades más altas podrían provocar mayores efectos de hipotensión después del ejercicio y la frecuencia cardíaca podría permanecer elevada durante la recuperación para compensar la caída pronunciada en la presión arterial. Por lo tanto, sugerimos que las investigaciones adicionales deberían determinar la magnitud y la influencia que la presión arterial puede ejercer sobre la recuperación de la frecuencia cardíaca y las variables asociadas.

Conclusiones

En conclusión, nuestras observaciones demuestran que el tipo de ejercicio es un factor importante que influye en las respuestas de la HR durante y después del ejercicio de fuerza. Además, las diferencias en la recuperación de HR luego de ejercicios de press de piernas y press de banca fueron altamente género-dependientes. Nuestros resultados también

sugieren que la HR durante el ejercicio depende de la intensidad, pero no ocurre lo mismo con la recuperación de la HR. En términos prácticos, nosotros concluimos que el press de piernas presenta una mayor respuesta de la HR y estos resultados muestran la influencia de la masa muscular sobre el sistema cardiovascular; por consiguiente si el objetivo del ejercicio de fuerza es provocar un incremento menor en la HR, entonces se requiere una menor cantidad de masa muscular.

Dirección de Contacto

George Vieira, MSc. Servidão Marciano João da Silveira, 101. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 88047-230. Teléfono (55) el 0xx48-96022102; E-mail: george_vieira@hotmail.com.

REFERENCIAS

1. Achten J. and Jeukendrup A. E (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med* 33 (7): 517-538
2. Arai Y., Saul J. P., Albrecht P., Howard H. H., Lilly L. S., Cohen R. J. and Colucci W. S (1989). Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Heart Cir Physiol* 25: 132-141
3. Bjarnason-Wehrens B., Mayer-Berger W., Meister E. R., Baum K., Hambrecht R. and Gielen S (2004). Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the german federation for cardiovascular prevention and rehabilitaton. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 11(4):352-361
4. Carnethon M. R., Jacobs D. R., Sidney S., Stenfeld B., Gidding S. S., Shoushtari C. and Liu K (2005). A longitudinal study of physical activity and heart rate recovery. *CARDIA, 1987 □ 1993. Med Sci Sports Exerc* ;37(4):606-612
5. Carter III R., Watenpaugh D. E. and Smith M. L (2001). Selected contribution: Gender differences in cardiovascular regulation during recovery from exercise. *J Appl Physiol* 91:1902-1907
6. Convertino V. A (1998). Gender differences in autonomic functions associated with blood pressure regulation. *J Appl Physiol*44:R1909-R1920
7. Ettinger S. M., Silber D. H., Collins B. G., Gray K. S., Sutliff G., Whisler S. K., McClain J. M., Smith M. B., Yang Q. X. and Sinoway L. I (1996). Influence of gender on sympathetic nerve responses to static exercise. *J Appl Physiol* 80(1):245-251
8. Fernandez T. C., Adami F., Pereira Costa V., Lima Silva A. E. and De-Oliveira F. R (2005). Heart rate recovery as an index to aerobic aptitude. *Revista da Educação Física/UEM.* ; 16(2):29-137
9. Fleck S. J. and Dean L. S (1987). Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* 63(1):116-20
10. Fleck S. J. and Kraemer W. J (1997). Designing resistance training programs. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Books
11. Hass C. J., Feigenbaum M. S. and Franklin B. A (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 31(14):953-964
12. Ichinose M., Saito M., Wada H., Kitano A., Kondo N., Nishiyasu T (2004). Modulation of arterial baroreflex control of muscle sympathetic nerve activity by muscle metaboreflex in humans. *Heart Circ Physiol* ;286:701-707
13. Imai K., Sato H., Hori M., Kusuoka H., Ozaki H., Yokoyama H., Takeda H., Inoue M. and Kamada T (1994). Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* ;24:1529-35
14. Jackson A. S. and Pollock M. L (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40(3):497-504
15. Jackson A. S., Pollock M. L. and Ward A (1940). Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 12(3):175-81
16. Kenney W. L., Mahler D. A., Humphrey R. H. and Bryant C. X. ACSM (1995). guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Williams & Wilkins
17. Kraemer W. J., Adams K., Cafarelli E., Dudley G. A., Dooly C., Feigenbaum M. S., Fleck S. J., Franklin B., Fry A. C., Hoffman J. R., Pottteiger J., Stone M. H (2002). Ratamess N. A., Triplett-McBride T. American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* ;34(2):364-380
18. Mccartney N., Mcvelvie R. S., Martin J., Sale D. G. and Mcdougall J. D (1993). Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. *J Appl Physiol* 74(3):1056-1060
19. Mccartney N (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc* 31(1):31-37
20. Mcdougall J. D., Tuxen D., Sale D. G. and Moroz J. R (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 58(3):785-790
21. Savin W. M., Davison D. M. and Haskell W. L (1982). Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol* 53(6):1572-1575
22. Stone M. H., Rozenek R., Rosenau L. and Rosenau P (1993). The effect of intensity on heart rate and blood lactate response to resistance exercise. *J Strength Cond Res*;7(1):51-54
23. Terziotti P., Shena F. and Gulli G (2001). Post-exercise recovery of autonomic cardiovascular control: a study by spectrum and cross-spectrum analysis in humans. *Eur J Appl Physiol*;84:187-194
24. Wilborn C., Greenwood M., Wyatt F., Bowden R. and Grose D (2004). The effects of exercise intensity and body position on cardiovascular variables during resistance exercise. *JEPonline*; 7(4):29-36

Cita Original

Vieira G, Lima-Silva AE, De-Oliveira FR. Heart Rate Recovery Following Strength Exercise. JEPonline 2010;13(2):1-9.