Revista de Educación Física, (Rev Edu Fís / J Physical Edu) 2019, 3(155)

Selected Papers from Impact

Efectos de la Intensidad del Ejercicio y de la Posición Corporal sobre las Variables Cardiovasculares durante el Entrenamiento de la Fuerza

The Effects of Exercise Intensity and Body Position on Cardiovascular Variables During Resistance Exercise

Frank B Wyatt[1], Mike Greenwood[1], Colin Wilborn[1], Rodney Bowden[1] y Darren Grose[1]

[1]*Center for Exercise Nutrition and Preventive Health, Dept. of Health, Human Performance, and Recreation, Baylor University, Waco, Texas 76798.*

RESUMEN

Se necesitan realizar más investigaciones acerca del rol de la intensidad del ejercicio y de la posición corporal sobre las alteraciones cardiovasculares durante ejercicios de sobrecarga. Consecuentemente, el propósito de este estudio fue evaluar las diferencias en las variables cardiovasculares y en la posición corporal durante: a) una repetición máxima (1RM) b) al 65% de 1RM y c) al 85% de 1RM, tanto en prensa de piernas como durante sentadilla en máquina multifuerza. Dieciséis sujetos varones completaron un test en una prensa de piernas invertida (ILP) y en una multifuerza para sentadilla en posición erguida (HS), lo que permitió realizar cálculos de 1RM, 65% de 1RM y 85% de 1RM. Con cada intensidad los participantes realizaron un número máximo de repeticiones hasta el agotamiento, lo cual fue seguido de cinco minutos de recuperación entre cada serie. Luego de esto los sujetos descansaban durante 10 minutos y completaban la misma serie de tests en la máquina alternativa. La presión sanguínea (BP) se midió con un esfingomanómetro antes e inmediatamente después de cada serie. Para evaluar los cambios en la HR se utilizó un monitor de la frecuencia (HR) cardiaca con un dispositivo electrónico telemétrico. No hubo diferencias significativas ($p>0.05$) en la presión sanguínea sistólica (SBP) o en la frecuencia cardíaca cuando se compararon las posiciones corporales o el ejercicio en los distintos aparatos. Se hallaron valores de HR y BP significativamente más altos en las siguientes condiciones para HS: 65%>1RM, 85%>1RM, 65%>85%. También durante la condición ILP, la BP y la HR fueron mayores con el 65% que con 1RM. Estos hallazgos sugieren que durante los ejercicios de sobrecarga las variables cardiovasculares estudiadas son influenciadas por la intensidad del ejercicio y no por el aparato en que se realiza el ejercicio o por la posición corporal.

Palabras Clave: presión sanguínea, frecuencia cardíaca, entrenamiento de la fuerza

ABSTRACT

The role of exercise intensity and body position on cardiovascular alterations during resistance exercise needs further investigation. Consequently, the purpose of this study was to evaluate differences in cardiovascular variables and body position at: a) one-repetition max (1 RM); b) 65 % of 1 RM; c) 85 % of 1 RM for both leg press and hack squat. Sixteen male subjects completed tests on an inverted leg press (ILP) and upright hack squat (HS) allowing calculations of 1 RM, and 65% and 85% of 1 RM. Participants completed a maximum number of repetitions to volitional failure at each intensity, followed by five minutes of recovery between sets. Participants then rested for 10 min and completed the same series of tests on the alternative machine. Manual sphygmomanometry was used to measure blood pressure (BP) before and immediately after completion of each set. A heart rate (HR) monitor using electronic telemetry was used to track changes in HR. There were no significant ($p > 0.05$) differences in systolic blood pressure (SBP) or HR between body position or apparatus. A significantly higher HR and BP were found in the following conditions for HS: 65% > 1 RM, 85% > 1 RM, 65% > 85%. Also, during the LP condition, BP and HR were greater at 65% than during 1 RM. These findings suggest cardiovascular measures are influenced by intensity, rather than apparatus or body position, during resistance exercise.

Keywords: Blood pressure, Heart rate, Strength training

INTRODUCCION

El entrenamiento de la fuerza es un tipo de ejercicio altamente recomendado para atletas, población general y para individuos con enfermedades cardiovasculares o con riesgos de estas enfermedades. Existen muchas adaptaciones físicas y fisiológicas que ocurren como resultado de un entrenamiento de la fuerza consistente. Estos cambios incluyen, el incremento en la fuerza, la potencia, la resistencia y el tamaño muscular, incremento de la densidad y de la fuerza de los huesos, reducción de la grasa corporal, incremento del índice músculo/grasa y elevación del metabolismo (1, 9). Si se siguen los principios apropiados para el entrenamiento de la fuerza, este también puede contribuir a la disminución de la frecuencia cardíaca/presión sanguínea luego del ejercicio, a mejorar el equilibrio y la estabilidad, a incrementar la fuerza del tejido conectivo y a mejorar el rendimiento en las actividades cotidianas. El entrenamiento de la fuerza tiene efectos positivos sobre la musculatura, el tejido conectivo, la formación de hueso y el metabolismo de los seres humanos (1, 9). Una de las adaptaciones cardiovasculares más directas al entrenamiento de la fuerza es el incremento en la capacidad para tolerar altas presiones sanguíneas durante el ejercicio.

Durante el entrenamiento de la fuerza, se producen varios cambios a nivel cardiovascular incluyendo el incremento en la presión sanguínea sistólica (SBP), en la frecuencia cardíaca (HR) y en el *índice de producto de presión* (RPP) (1). Los cambios en estas variables hemodinámicas pueden ser indicativos de mejoras en la aptitud física, o de la presencia de enfermedades. Aunque estos cambios pueden ser observados, tanto durante el entrenamiento de la fuerza como durante el entrenamiento aeróbico, se debe tener precaución. Los incrementos en la presión sanguínea y en el índice de producto de presión pueden ser peligrosos para sujetos de edad avanzada, para individuos con enfermedades cardíacas o para individuos con poco o ningún entrenamiento. Sin embargo, el entrenamiento de la fuerza puede ser beneficioso para estos individuos si es prescrito y supervisado eficientemente.

Los estudios claramente muestran que se produce un incremento en la presión sanguínea durante el entrenamiento de la fuerza (2, 3, 4) posiblemente debido a la compresión mecánica, a reflejos de presión y/o a un incremento en la presión intra-torácica provocado por la maniobra de Valsalva (aire forzado contra la glotis cerrada) (4). Sin embargo, ha habido pocos estudios que investiguen las respuestas cardiovasculares durante ejercicios de sobrecarga a intensidades mayores al 70% de una repetición máxima (1RM), con ejercicios realizados hasta el agotamiento (8, 10, 12). Además, se han realizado pocas investigaciones acerca de los efectos de la posición corporal sobre estos parámetros cardiovasculares.

La relación entre la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea se ha investigado generalmente durante ejercicios aeróbicos, por no ha sido frecuentemente investigada durante el levantamiento de pesas. Los primeros estudios comúnmente han investigado esta relación a intensidades del 70% de 1RM o menores, o con un número dado de repeticiones, o sin llegar al agotamiento (5, 2, 6, 7). Dentro del campo del entrenamiento de la fuerza hay una creencia generalizada de que existe lo que se denomina el continuum de fuerza, lo que sugiere que a medida que se incrementa el número de repeticiones las ganancias en la fuerza se reducen. Por lo tanto, si en un estudio se evalúa al 70% de 1RM realizando 10 repeticiones y el sujeto no llega hasta el agotamiento entonces se puede estar limitando al participante a una intensidad que es equivalente al 60-65% de 1RM. Si el incremento en la fuerza es la motivación para los atletas y las

poblaciones con enfermedades, entonces se deben evaluar las respuestas de las variables cardiovasculares a intensidades mayores al 70% de 1RM. Por medio una mejor comprensión de las respuestas de la SBP y de la HR a diferentes tipos e intensidades de ejercicios para el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento, entonces se podrán prescribir recomendaciones más efectivas y seguras de ejercicio que produzcan los resultados deseados por el individuo.

Wiecek, Mcartney y McKelvie (7) investigaron las respuestas de la SBP a un trabajo en prensa de piernas invertida con intensidades del 40% y del 60% de 1RM. Sus resultados indicaron un incremento significativo de la SBP a medida que se incrementó la intensidad. Está bien documentado que los incrementos exagerados en la SBP a medida que se incrementa la intensidad son causados por un incremento en la maniobra de Valsalva, ya que con el incremento en la carga se espera un incremento lineal en la SBP, incluso sin realizar la maniobra de Valsalva (8, 9). Durante la maniobra de Valsalva la activación forzada de los músculos espiratorios comprime las venas que pasan a través de la región torácica, impidiendo el retorno venoso. La reducción en el flujo sanguíneo es detectada por los barorreceptores. El centro de regulación cardíaca reduce la estimulación parasimpática e incrementa la estimulación simpática del corazón. La secreción de epinefrina y norepinefrina proviene de la médula suprarrenal como resultado de la estimulación simpática. El incremento en la actividad simpática provoca un incremento en la frecuencia cardíaca y en el volumen sistólico así como también vasoconstricción de los vasos periféricos. De esta manera, el incremento en la frecuencia cardíaca, el volumen sistólico y la resistencia periférica provoca un incremento en la presión sanguínea. Se dice que la maniobra de Valsalva se incrementa con la intensidad debido a que se incrementa la cantidad de fuerza necesaria para levantar la carga. Fleck y Dean (10) hallaron incrementos significativos en la SBP con el entrenamiento de la fuerza a intensidades de 50%, 70%, 80%, 90% y 100% de 1RM. Estos investigadores mostraron que el pico más alto de la HR se alcanzó al 70% de 1RM. Sin embargo el 50% provocó una HR más alta que el 80%, 90% y que el 100% de 1RM.

Dada la cantidad limitada de investigaciones sobre las respuestas cardiovasculares al ejercicio de sobrecarga a intensidades mayores al 70% de 1RM, el propósito de este estudio fue doble: 1) Evaluar los cambios que ocurren en la SBP y en la HR durante el entrenamiento de la fuerza realizado en dos posiciones diferentes (con el sujeto sentado con las piernas a 45º y parado con las piernas a 120º), y 2) evaluar las diferencias en la SBP y HR a tres intensidades diferentes incluyendo (a) 1RM, (b) 85% de 1RM y (c) al 65% de 1RM.

METODOS

Mediciones en Reposo

Dieciséis (16) hombres saludables (18-30 años) que tenían como mínimo un año de experiencia utilizando la máquina de multifuerza para realizar sentadillas y el ejercicio de prensa de piernas invertida fueron reclutados como sujetos. El estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Interna de la Universidad (IRB) antes del comienzo de las evaluaciones. A todos los sujetos se les dio una instrucción completa acerca de los procedimientos de evaluación antes de que firmen el consentimiento informado por escrito. Cada sujeto arribo al laboratorio una hora antes de que comenzara la recolección de los datos, momento en el cual se les proporcionó la instrucción (familiarización) necesaria para la evaluación. Previamente al proceso de familiarización, los sujetos completaron el consentimiento informado y un cuestionario de historia médica. Además, se llevaron a cabo las mediciones descriptivas que incluyeron la edad (años), la talla (cm), el peso (kg), la grasa corporal (%), la frecuencia cardíaca de reposo (latidos/min), la presión sanguínea de reposo (mm Hg) y la experiencia de entrenamiento (años) (Tabla 1). La grasa corporal se estimó a partir de la medición de los pliegues cutáneos del pecho, abdominal vertical y muslo vertical utilizando para las mediciones un calibre para pliegues cutáneos Lange™ (Beta Technology, Inc.; Santa Cruz, CA). Para la determinación del % de grasa corporal se utilizó la ecuación de Jackson & Pollock para tres pliegues cutáneos:

$$495 / (1.10938 - 0.0008267*SSF + 0.0000016*SSF^2 - 0.0002574 \times edad) - 450$$

A los sujetos se les colocó un monitor Polar® (Polar Electro, Inc.; Woodbury, NY) con una unidad telemétrica electrónica para monitorear continuamente la frecuencia cardíaca. Tanto la unidad telemétrica como la piel de los sujetos fueron limpiadas con gasa y frotadas con alcohol. También se utilizó un reloj de muñeca con la capacidad para registrar datos de manera de registrar los cambios en la frecuencia cardíaca de los sujetos. Los cambios en la frecuencia cardíaca fueron escritos manualmente cada vez que el monitor mostraba un cambio en la frecuencia cardíaca (cada 5s). La presión sanguínea fue tomada antes e inmediatamente después de cada test utilizando el método de esfingomanometría manual. Para registrar la presión sanguínea se utilizó un esfingomanómetro y un estetoscopio. Para todos los sujetos las mediciones fueron tomadas en el brazo izquierdo y por el mismo investigador. Los cuestionarios sobre la historia de entrenamiento, indicaron que los sujetos calificados para realizar los test entrenaron un mínimo de 3 sesiones semanales durante un mínimo de un año, y que tenían experiencia previa en el uso de la multifuerza y de la prensa de piernas.

Mediciones de Evaluación

En cada aparato se observó que cada sujeto realizara la biomecánica apropiada luego de realizar una entrada en calor que consistió en dos series de diez repeticiones con 61kg en la ILP y 43kg en la HS. A los participantes se les permitió que descansaran durante dos minutos entre cada serie de la entrada en calor para luego obtener la 1RM de cada sujeto. La 1RM se determinó aumentando la carga que los sujetos levantaban a razón de 9kg por cada repetición hasta el momento en que los sujetos no podían levantar el peso. Se les permitió a los sujetos descasar durante dos minutos entre cada repetición. Cada movimiento comenzó con un descenso excéntrico (desde el inicio del movimiento hasta el final del movimiento) hasta que el fémur quedara paralelo a la plataforma de la máquina. Esto fue seguido por un ascenso concéntrico (desde el final del movimiento hasta el inicio del movimiento). También se instruyó a los sujetos para que respiraran apropiadamente para evitar que estos realizaran la maniobra de Valsalva. Se instruyó a cada sujeto para que inhalara en la parte excéntrica del movimiento y que exhalara en la parte concéntrica de cada repetición. Como se describió previamente para las mediciones en reposo, la presión sanguínea se tomo antes e inmediatamente después de cada test utilizando el método de esfingomanometría manual. La frecuencia cardíaca fue registrada tanto durante la parte excéntrica como durante la parte concéntrica del movimiento en cada repetición, utilizando para esto el dispositivo telemétrico electrónico (Polar®, Lake Success, NY).

Una vez que se determinó la 1RM, se calculó el 65% de la misma y se les dio a los sujetos un descanso de 5 minutos. Luego de esto los sujetos realizaban tantas repeticiones como les fuera posible con el 65% de 1RM. Se les permitió a los sujetos que descansaran otros cinco minutos antes de completar el test con 85% de 1RM. Luego de 10 minutos de descanso, los sujetos siguieron los procedimientos mencionados con la segunda máquina. Todas las series en cada máquina fueron realizadas hasta el agotamiento.

Análisis Estadísticos

La estadística descriptiva incluyó los análisis de medias y desvíos estándar. Se utilizó la prueba t para datos apareados para analizar las diferencias entre las medias de las condiciones de ejercicio para la presión sanguínea y para la frecuencia cardíaca. La significancia estadística se estableció a $p<0.05$.

RESULTADOS

Las características descriptivas de los sujetos se presentan en la Tabla 1. Para la prensa de piernas se observaron cambios significativos en la presión sistólica pico entre las series realizadas con el 65% de la carga máxima y las series realizadas con 1RM ($p=0.000$), así como también entre las series realizadas con el 85% de la carga máxima y las realizadas con 1RM ($p=0.023$). En ambos casos el porcentaje de la carga máxima provocó una mayor respuesta de la presión sanguínea que la 1RM. El mismo cambio significativo fue observado para las sentadillas en multifuerza en donde la presión sanguínea pico fue mayor en las series con el 65% de 1RM que en las series con 1RM ($p=0.016$) y en las series con el 85% fue mayor que en las series con 1RM ($p=0.048$). La Figura 1 ilustra que los registros más altos de SBP fueron tomados durante las series con 65% de 1RM.

Medición	Media±DE
Edad (años)	22.13±2.7
Grasa Corporal (%)	14.6±5.3
Talla (cm)	179.7±7
Peso (kg)	70.1±10

Tabla 1. *Características descriptivas de los sujetos.*

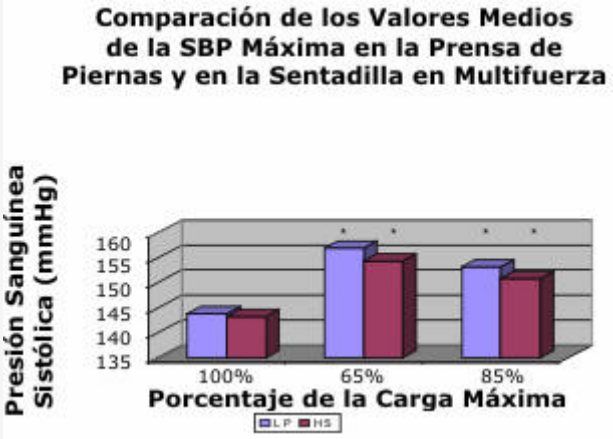

Figura 1. *Comparación de la respuesta de la SBP en la ILP y en la HS para las tres intensidades de ejercicio. *=significativamente mayor (p<0.05) con respecto a las series con 1RM.*

No se hallaron diferencias significativas en la SBP entre el 65% y el 85% de 1RM o entre las máquinas (ILP p = 0.169; HS p = 0.348). Sin embargo, aunque no se halló una diferencia significativa, la presión sanguínea sistólica alcanzada durante el ejercicio al 65% de 1RM fue mayor que la alcanzada durante el ejercicio al 85% de 1RM. La estadística descriptiva reveló una diferencia media de 3.8 mmHg entre el 65% y el 85% de la carga máxima durante la prensa de piernas y de 3.5 mmHg durante la sentadilla en multifuerza. No se hallaron diferencias significativas entre los cambios en la posición corporal para cada tipo de ejercicio. En ambas condiciones de ejercicio la frecuencia cardíaca pico durante las series al 65% de 1RM (1RM (ILP, p=0.000; HS, p=0.000) y durante las series al 85% de 1RM (ILP, p=0.000; HS, p=0.000) fue significativamente mayor que durante las repeticiones con 1RM. Las repuestas de la HR pertinentes a la intensidad del ejercicio y a los ejercicios pueden observarse en la Figura 2. Sin embargo, se halló que durante el ejercicio en prensa de piernas la respuesta al ejercicio con el 65% de 1RM fue significativamente mayor que con el 85% de 1RM (p=0.045).

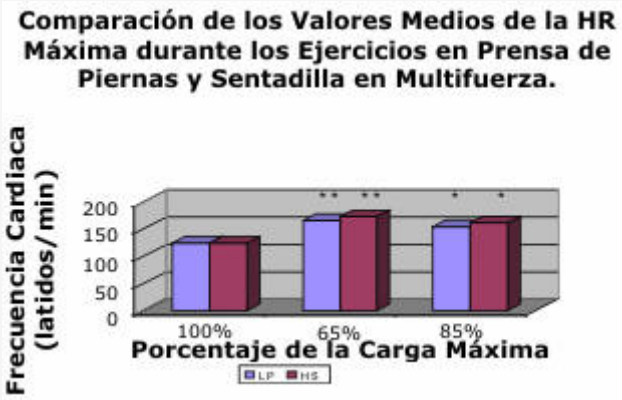

Figura 2. *Comparación de las respuestas de la HR en la ILP y en la HS con las tres intensidades de ejercicio. *significativamente mayor (p<0.05) con respecto a 1RM; **significativamente mayor (p<0.05) con respecto a 1RM y a 85% de 1RM.*

Los cambios globales en la frecuencia cardíaca no mostraron diferencias significativas entre la ILP y la HS con el 65% y el 85% de 1RM; y con 1RM (p=1.00, p =0.687, p=0.255, respectivamente). La estadística descriptiva sobre el volumen total de trabajo se muestra en la Tabla 2. El volumen total de trabajo se calculó multiplicando las repeticiones por el peso. El volumen total de trabajo con el 65% de 1RM en la prensa de piernas fue 2.5 veces mayor que con el 85%. Las sentadillas en multifuerza provocaron un patrón de respuesta similar.

Condición de Evaluación	Media±DE
ILP 65%	108025±2231
ILP 85%	40440±1299
HS 65%	57555±1150
HS 85%	30075±1039

Tabla 2. *Media±DE del volumen total. Unidades=repeticiones x peso.*

DISCUSION

Los resultados de esta investigación demostraron que el entrenamiento de la fuerza de alta intensidad, definido como ≥85% de 1RM, no produce incrementos significativos en la presión sanguínea en comparación con el entrenamiento de la fuerza de menor intensidad. El entrenamiento de sobrecarga con dos posiciones posturales diferentes, prensa de piernas invertida y prensa de piernas horizontal, no indujo cambios cardiovasculares significativamente diferentes. Además, hemos mostrado que con el ejercicio a una intensidad del 65% de 1RM se producía una mayor SBP que durante el ejercicio con 1RM, tanto en la prensa de piernas invertida (ILP) como en la sentadilla en multifuerza (HS). Las respuestas de la presión sanguínea fueron similares para la ILP y la HS. Tampoco hubo diferencias significativas en la respuesta de la SBP a cargas de trabajo del 65% y del 85% de 1RM.

Los hallazgos de este estudio sugieren que la causa del incremento en la SBP tiene que ser un mecanismo diferente al de la compresión mecánica y al de la maniobra de Valsalva, ya que el ejercicio con 1RM provoco los menores incrementos en la SBP. Esto es significativo, debido a que el ejercicio con 1RM debería causar la mayor Valsava debido a la gran cantidad de fuerza que se necesita para levantar el peso. Kleiner et al. (11) hallaron que se producen incrementos significativos en la SBP, aún en la ausencia de la maniobra de Valsalva. Debido a que la presión sanguínea es producto del gasto cardíaco y de la resistencia periférica total, podemos deducir que las alteraciones en cualquiera de estos dos parámetros causaran fluctuaciones en la presión sanguínea. El incremento en el gasto cardíaco está comúnmente asociado a la respuesta presora durante las actividades de tipo aeróbico. En este estudio hallamos incrementos significativos en la frecuencia cardíaca (HR), la cual consecuentemente produjo un incremento en la SBP para una resistencia periférica total y para un volumen latido dado. Otros estudios han sugerido que el incremento en el gasto cardíaco puede ser de hecho el principal determinante de la respuesta presora (11).

A medida que se incrementa la fuerza muscular, también se incrementa la presión intramuscular. Este incremento provoca la oclusión del flujo sanguíneo local, incrementando la resistencia periférica e incrementado la SBP. Al igual que con la maniobra de Valsalva, la compresión mecánica no puede ser la causa principal del incremento en la SBP durante el entrenamiento de la fuerza. Si la compresión mecánica fuera la principal causa del incremento en la SBP entonces el ejercicio con una carga de 1RM, el cual requiere la mayor cantidad de fuerza, provocaría el mayor incremento. Con la eliminación de las dos explicaciones posibles más comunes para el incremento en la SBP durante el entrenamiento de la fuerza (i.e., constricción mecánica, maniobra de Valsalva), entonces debe haber una causa que explique porque la carga correspondiente al 65% de 1RM provocó la mayor respuesta de la SBP en comparación con la carga del 85% de 1RM. McDougall et al. (4) plantearon la teoría acerca de que el incremento en la frecuencia cardíaca y en el volumen latido (gasto cardíaco), así como también la vasoconstricción en las áreas no activas, podrían explicar los grandes incrementos en la presión sanguínea sistólica. Al inicio de la contracción muscular el flujo sanguíneo es dirigido a los músculos activos por medio de la vasoconstricción de las áreas menos activas. Esto, acoplado con el incremento en el gasto cardíaco podría ser la causa principal de los mayores niveles de SBP observados durante el ejercicio con una intensidad del 65% de 1RM.

Los hallazgos de este estudio también muestran que la frecuencia cardiaca (HR) fue significativamente mayor ($p<0.05$) durante el ejercicio al 65% de 1RM en comparación con el ejercicio al 85% de 1RM tanto en la ILP como en la HS. Las mediciones indican que la HR durante el ejercicio al 85% de 1RM fue significativamente mayor que durante el ejercicio con 1RM. Hubo diferencias significativas en las frecuencias cardíacas pre-ejercicio entre la HS y la ILP al 65% y al 85% de 1RM. El cambio medio en la HR desde el reposo hasta la medición post-ejercicio también mostró un incremento significativo durante el ejercicio con el 65% de 1RM, 85% de 1RM y 1RM, respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre el ejercicio en la ILP y la HS. Las máquinas y el consecuente cambio en la posición corporal no influenciaron los parámetros cardiovasculares medidos en este estudio.

Al igual que con la SBP, la HR fue mayor con la menor intensidad de trabajo que con la mayor. Una explicación posible es

el mayor volumen de trabajo realizado con el 65% de 1RM hasta el agotamiento en comparación con el 85% de 1RM. Por lo tanto la duración del ejercicio fue substancialmente mayor con el 65% de la carga máxima que con 1RM. King et al. (12) mostraron que la HR se incrementaba a medida que se incrementaba la intensidad del ejercicio sin tener en cuenta el volumen. Esto no concuerda con lo hallado en este estudio. Fleck y Dean (10) hallaron incrementos significativos en la HR con el entrenamiento de la fuerza a intensidades del 50%, 70%, 80%, 90%, y 100% de 1RM. Estos investigadores mostraron que el pico más alto de la HR se alcanzaba con una intensidad del 70% de 1RM. Sin embargo el ejercicio con el 50% de 1RM provocó una mayor HR que el ejercicio con el 80%, 90% y 100% de 1RM. Esto respalda los hallazgos de este estudio, en el cual la duración del ejercicio parece ser la causa más probable del incremento observado en la SBP y en la HR durante el ejercicio con el 65% de 1RM vs. 1RM. Además, McDougall et al. (4) concluyeron que la frecuencia cardíaca se incrementaba con el incremento en el número de repeticiones. La explicación para esta respuesta de la HR con menores intensidades de ejercicio en comparación con intensidades mayores parece estar relacionada con varios factores: (1) el consumo de oxígeno; (2) el incremento en la estimulación simpática, (3) el incremento en la liberación de catecolaminas desde las glándulas adrenales, (4) la duración del ejercicio, o, (5) una combinación de estos factores.

Los resultados de este estudio indicaron que el ejercicio con el 65% de 1RM provocó la mayor respuesta de la SBP. Esta respuesta fue significativamente mayor que la respuesta durante el ejercicio con 1RM y no se hallaron diferencias significativas entre el ejercicio realizado con el 65% y el 85% de 1RM. Estos hallazgos son de gran importancia ya que se relacionan con la prescripción del ejercicio. Existe una amplia creencia de que existe lo que se llama continnum de repeticiones máximas (RM) que establece que a medida que el número de repeticiones se incrementa las ganancias de fuerza son menores. Si esto es verdad, entonces la existencia de este continuum hace resaltar la importancia de los hallazgos de este estudio. La seguridad de los atletas y de los pacientes constituye una gran preocupación. Sin embargo si el objetivo principal de prescribir un programa de entrenamiento de la fuerza es la ganancia de fuerza, entonces el continnum de RM se vuelve muy importante. De esta manera la importancia de ejercitarse a mayores intensidades (i.e., mayores cargas) no puede ser subestimada. Para que los individuos alcancen sus ganancias potenciales de fuerza, estos deberían ejercitarse a intensidades que estimulen dichas ganancias. Debido a que el entrenamiento de la fuerza provoca una alta presión sanguínea, el objetivo de optimizar el incremento de la fuerza utilizando cargas altas y pocas repeticiones se vuelve más importante cuando se trabaja con individuos con síntomas o en riesgo asintomático de enfermedad cardiovascular. Por ejemplo, Karlsdottir et al. (5) no hallaron diferencias significativas en la respuesta de la SBP en el ejercicio con individuos que eran aparentemente sanos y pacientes que tenían enfermedad arteriocoronaria (CAD) o fallo cardíaco congestivo (CHF). Si la respuesta de individuos con CAD o con CHF es similar a la de los individuos saludables, entonces los hallazgos de este estudio los beneficia a ellos también. Estando bien definidos los beneficios del entrenamiento de la fuerza en conjunto con los hallazgos de este estudio, podríamos decir que las poblaciones con riesgo de enfermedad cardiovascular pueden hallar la oportunidad de ejercitarse a mayores intensidades que las que habían sido previamente reportadas.

CONCLUSION

Los hallazgos de este estudio sugieren que el entrenamiento de la fuerza de baja intensidad y de larga duración provoca una mayor respuesta de la presión sanguínea sistólica que el entrenamiento de la fuerza de alta intensidad y de corta duración. Se especula que la causa de este cambio pueda deberse en parte al incremento en el gasto cardíaco y a un reflejo presor resultado de la duración del ejercicio, ya que no se ha reportado previamente un efecto de la compresión mecánica o de la maniobra de Valsalva. La frecuencia cardíaca también mostró el mayor incremento con las intensidades más bajas. El mayor consumo de oxígeno y el incremento en la estimulación simpática pueden explicar la respuesta significativamente mayor de la frecuencia cardíaca a bajas intensidades.

Una manera más efectiva de valorar los cambios en la presión sanguínea podría haber sido utilizar un catéter intraarterial. Las futuras investigaciones deberían utilizar la presión sanguínea intravenosa, así como también un ECG para recolectar los datos de la presión sanguínea y de la frecuencia cardiaca, respectivamente. Otras limitaciones de este estudio fueron la utilización de solo varones, así como también la utilización de ejercicios solo para el tren inferior. Las futuras investigaciones deberían contar con muestras más grandes y con equipos más precisos.

Es claro que son necesarias más investigaciones en el área de la respuesta cardiovascular al entrenamiento de la fuerza. Las investigaciones actuales no ha resuelto definitivamente la relación entre la respuesta cardiovascular al entrenamiento de la fuerza. El hecho de que la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca se incrementen en respuesta al entrenamiento de la fuerza ha sido claramente definido en la literatura previa. Sin embargo, hay varias áreas de interés que no han sido investigadas o que han reportado resultados conflictivos. Los estudios futuros deberían investigar temas como el consumo de oxígeno, los perfiles sanguíneos, los cambios en el número de repeticiones y la variación en la intensidad, y como estos parámetros se relacionan con los parámetros cardiovasculares durante el entrenamiento de la fuerza.

Dirección para el envío de correspondencia

Colin Wilborn, MS, CSCS, ATC, NSCA-CPT. Center for Exercise Nutrition and Preventive Health, Dept. of Health, Human Performance, and Recreation, Baylor University, Waco, Texas 76798; Phone: (254) 710 –7277; FAX: (254) 710-3527; correo electrónico: Colin_Wilborn@baylor.edu

REFERENCIAS

1. McArdle, William D., Frank I. Katch, and Victor L. Katch (1995). Exercise Physiology 4th ed.. *Williams and Wilkins: Baltimore, Maryland*
2. Westcott, Wayne and Bernard Howes (1983). Blood Pressure Response During Weight Training Exercise. *J Strength Cond Res: February - March 67-71*
3. Hill, David W. and S. Dee Butler (1991). Haemodynamic Responses to weightlifting Exercise. *Sports Med, 12 (1):1*7
4. MacDougall, J.D., D. Tuxen, D.G. Sale, J.R. Moroz, and J.R. Sutton (1985). Arterial Blood Pressure Response to Heavy Resistance Training. *J Appl Physio, 58 (3):785 - 790*
5. Karlsdottir, Anna E., Carl Foster, John P. Porcari, Karen Palmer-McLean, Roseanne White-Kube, and Richard C Backes (2002). Hemodynamic Responses During Aerobic and Resistance Exercises. *J Cardio Rehab, 22: 170-177*
6. Sullivan, James J., Ronald G. Knowlton, Paul DeVita, and Dale D Brown (1996). Cardiovascular Response to Restricted Range of Motion Resistance Exercise. *J Strength Cond Res, 10 (1): 3-7*
7. Wieck, M. Elizibeth, Neil McCartney, and Robert McKelvie (1990). Comparison of Direct and Indirect Measures of Systemic Arterial Pressure During Weightlifting In Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol, 66: 1065-1069*
8. MacDougall, J.D., R.S. McKelvie, D.E. Moroz, D.G. Sale, N. McCartney, and F. Buick (1992). Factors Affecting Blood Pressure During Heavy Weight Lifting and Static Contractions. *J Appl Physiol, 73 (4): 1590-1597*
9. Wilmore, Jack H. and David L.Costill (1999). Physiology of Sport and Exercise. *2nd ed. Human Kinetics: Champaign, ILv*
10. Fleck, Steven J. and Larry S. Dean (1987). Resistance-training Experience and The Pressor Response During Resistance exercise. *J Appl Physiol, 63(1): 116-120*
11. Kleiner, Douglas M. Daniel L. Blessing, William R. Davis, and John W. Mitchell (1996). Acute Cardiovascular Responses to Various Forms of resistance Exercise. *J. Strength Cond. Res, 1091: 56-61*
12. King, Major L. Kathleen A Dracup, Gregg C. Fonarow, and Mary A. Woo (2000). The Hemodynamic effects of isotonic Exercise Using Hand-held Weights in Patients with Heart Failure. *J. Heart Lung Trans. 1209-1218*

Cita Original

Wilborn Colin, Mike Greenwood, Frank Wyatt, Rodney Bowden, Darren Grose (2004). The Effects of Exercise Intensity and Body Position on Cardiovascular Variables during Resistance Exercise. JEPonline; 7 (4): 29-36