Research

Respuestas del Cortisol en Saliva y del Esfuerzo Percibido durante la Realización de Series de Ejercicio de Sobrecarga de Alta y Baja Intensidad

Carl Foster[1], Michael R McGuigan[1] y Alison D Egan[1]

[1]*Department of Exercise and Sport Science and The Department of Biology, University of Wisconsin – La Crosse*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue medir la respuesta del cortisol en la saliva durante la realización de ejercicios de sobrecarga de diferentes intensidades. Además, quisimos determinar la confiabilidad de calificar la intensidad de una sesión por medio del índice de esfuerzo percibido (RPE) para monitorear la intensidad del entrenamiento de sobrecarga. Los sujetos (8 hombres, 9 mujeres) completaron 2 pruebas que consistieron en la realización de series de ejercicios de sobrecarga en un diseño compensado. El protocolo de ejercicio de sobrecarga de alta intensidad consistió de la realización de seis series de diez repeticiones utilizando el 75% de una repetición máxima (RM) en los ejercicios de sentadilla en máquina Smith y press de banca (12 series en total). El protocolo de ejercicios de sobrecarga de baja intensidad consistió en la realización de tres series de diez repeticiones con el 30% de 1RM en los mismos ejercicios que en el protocolo de alta intensidad. Ambas series de ejercicios fueron realizadas con dos minutos de pausa entre cada ejercicio y las sesiones se repitieron para evaluar la confiabilidad de las mediciones. El orden de las series fue aleatorio con al menos 72 horas entren cada sesión. Las muestras de saliva fueron obtenidas inmediatamente antes, inmediatamente después y luego de 30 minutos de cada sesión de ejercicio de sobrecarga. Las mediciones de RPE fueron obtenidas utilizando la escala de Borg CR-10 luego de la finalización de cada serie. También se obtuvo un valor de RPE para las sesión completa la cual fue obtenida 30 minutos después de la finalización de la sesión. Inmediatamente después de la sesión de ejercicios de sobrecarga de alta intensidad hubo un incremento significativo del 97% en el nivel de cortisol en la saliva ($p<0.05$). También se halló una diferencia significativa en el cortisol en saliva del 145% entre las sesiones de baja y de alta intensidad, medido inmediatamente después del ejercicio ($p<0.05$). El ejercicio de baja intensidad no resulto en cambios significativos en los niveles de cortisol. También hubo diferencias significativas en los valores de RPE de la sesión para los distintos niveles de intensidad (alta intensidad 7.1 vs. baja intensidad 1.9) ($p<0.05$). Los coeficientes de correlación intraclase para las mediciones de RPE de las sesiones fueron de 0.95. Se concluyó que el método de RPE para calificar la intensidad de la sesión es un método confiable en la cuantificación del ejercicio de sobrecarga y que el cortisol salival responde de forma inmediata ante la carga del ejercicio.

Palabras Clave: levantamiento de pesas, estrés, efectos endócrinos

INTRODUCCION

En muchos estudios se ha evaluado la respuesta endocrina de los sujetos a diferentes tipos de estrés. El cortisol, principal glucocorticoide de los humanos, tiene un rol importante en el metabolismo y en la función inmune. Se ha mostrado que el ejercicio agudo induce cambios en las concentraciones plasmáticas de cortisol, la cual depende del tipo de ejercicio (Lac y Berton, 2000; Jacks et al., 2002). Varios estudios han investigado los efectos, tanto agudos como crónicos, del entrenamiento de sobrecarga sobre la función adrenocortical (Mulligan et al., 1996; McCall et al., 1999; Fry et al., 2000; Nindl et al., 2001; Smilios et al., 2003). Sin embargo, aparentemente no hay estudios que hayan medido las respuestas del cortisol en saliva a diferentes intensidades de ejercicios de sobrecarga.

Las mediciones del cortisol en saliva han mostrado ser un reflejo válido y confiable del cortisol sérico (Obminski y Stupnicki, 1997). El cortisol salival puede en realidad proporcionar una mejor medida acerca de la respuesta al estrés en comparación con el cortisol sérico, debido a que mide con mayor precisión la cantidad de cortisol no ligado en comparación con el cortisol sérico (Vining et al., 1983). Existe además evidencia que sugiere que los individuos con mayor aptitud física muestran mayores respuestas del cortisol en comparación con los individuos menos entrenados (Marthur et al., 1986; Luger et al., 1987).

La escala de Borg de 15 puntos para la evaluación del esfuerzo percibido (RPE) durante la actividad física ha sido ampliamente investigada para su utilización tanto en el marco clínico como deportivo (Noble y Robertson, 1996). Borg basó su escala de RPE en la idea de que la medición del esfuerzo percibido es el nivel de impacto y/o dureza experimentada durante une esfuerzo físico, estimado por un método de evaluación específico (Borg, 1998). Desde que se reveló la escala original hace más de cuarenta años, la escala CR-10 de RPE se ha vuelto un método estándar para evaluar el esfuerzo percibido durante el ejercicio, en el entrenamiento y en la rehabilitación y ha sido validada con respecto a marcadores objetivos de la intensidad de ejercicio (Borg et al., 1985, Noble et al., 1983). Sin embargo, hasta la fecha esta escala no ha sido evaluada tan extensamente para otros ejercicios de alta intensidad tales como el entrenamiento de la fuerza. Un estudio reciente realizado por Gearhart et al. (2001) mostró que la escala de Borg CR-10 puede ser utilizada efectivamente durante sesiones de entrenamiento de la fuerza con series únicas y que es una medición válida de la intensidad del ejercicio. Un segundo estudio llevado a cabo por Gearhart et al. (2002) produjo resultados similares expresando de esta manera una aplicación prometedora para la evaluación del esfuerzo percibido durante series únicas.

Una serie de estudios llevados a cabo por Foster (1998), Foster et al. (1996, 2001) y Day et al. (en impresión), sugieren que la evaluación del RPE en una sesión única puede reflejar con precisión la intensidad de una sesión de ejercicio. Un estudio reciente realizado por Day et al. (en impresión) demostró que la valoración del RPE de una sesión podría utilizarse para cuantificar la intensidad de la sesión del entrenamiento de sobrecarga. Sin embargo, el protocolo de ejercicio utilizado por Day et al. (en impresión) tuvo un formato de series únicas. Por lo tanto, la investigación realizada de esta manera utilizando el RPE durante ejercicios de sobrecarga, no valoró adecuadamente la eficacia de su utilización durante sesiones de entrenamiento de sobrecarga de mayor intensidad y con series múltiples, las cuales son llevadas a cabo de manera característica por muchos sujetos, especialmente por atletas (Gearhart et al., 2001). Se ha sugerido que los cambios psicológicos y fisiológicos combinados, durante el entrenamiento de alta intensidad podrían proporcionar importantes indicadores para el monitoreo del estrés de entrenamiento (Filaire et al., 2001).

Varios estudios han evaluado la carga de entrenamiento y prescrito la periodización del entrenamiento utilizando el RPE de la sesión (Foster et al., 1996, 2001). Foster et al. (1996) reportaron que los incrementos auto-dirigidos en la carga de entrenamiento, utilizando el RPE de la sesión como un marcador de la intensidad multiplicado por la duración del ejercicio en minutos para producir un índice de la carga total de entrenamiento, mejoraron el rendimiento atlético durante pruebas de ciclismo contrarreloj. Sin embargo, otro estudio realizado por Foster et al. (1998) reveló que un incremento súbito en la carga del entrenamiento por encima de los límites normales del entrenamiento provocó una reducción en el rendimiento de resistencia lo que derivó en lesiones o en enfermedades. La periodización o la variación en la intensidad del entrenamiento deberían utilizarse dentro de planes semanales de entrenamiento, lo cual puede monitorearse utilizando los valores de RPE de las sesiones obtenidos luego de cada sesión de ejercicio. EL RPE de la sesión también podría permitir alcanzar un rendimiento atlético óptimo con un costo reducido de lesiones/enfermedades debido al sobreentrenamiento producido por el ejercicio de resistencia.

El propósito de este estudio fue medir las respuestas del cortisol en saliva a diferentes intensidades de ejercicios de sobrecarga. El propósito secundario fue evaluar la efectividad de la utilización del RPE de la sesión para medir el esfuerzo físico durante series de ejercicios de sobrecarga, así como también examinar la validez de esta escala para la valoración de sesiones enteras de entrenamiento de la fuerza con diferentes intensidades.

METODOS

Diseño Experimental y Enfoque del Problema

En este estudio se utilizó un diseño transversal, aleatorio, en el cual los sujetos completaron dos pruebas experimentales dos veces. Para este estudio, los sujetos realizaron un protocolo de baja intensidad, y un protocolo de alta intensidad en el cual se realizaron dos ejercicios (press de banca y sentadilla, respectivamente). Por seguridad y para eliminar posibles variables externas, las cuales podrían afectar potencialmente los resultados, ambos ejercicios fueron realizados en Máquinas Smith. Cada sujeto completó un total de cinco sesiones, en días separados. El día uno consistió en la sesión de familiarización que incluyó los procedimientos de consentimiento informado, la instrucción acerca del uso de la escala RPE CR-10 y el RPE de la sesión para valorar el esfuerzo percibido. Las subsiguientes cuatro sesiones consistieron en dos sesiones de alta intensidad con el 75% de 1RM y en dos sesiones de baja intensidad con el 30% de 1RM. El orden de estas sesiones fue aleatorio con al menos 72 horas entre cada sesión. El propósito de realizar las sesiones de entrenamiento de la fuerza en dos ocasiones fue determinar la confiabilidad del método de RPE de la sesión para valorar la intensidad del entrenamiento.

Sujetos

Para este estudio fueron reclutados diecisiete voluntarios de entre 18 y 25 años de edad, incluyendo 8 hombres (media±DE; 21.6±1.2 años de edad; 1.8±0.1m de talla; 86.6±11.0kg de masa corporal; 11.0±5.2% de grasa corporal) y 9 mujeres (20.0±0.9 años de edad; 1.6± 0.1m de talla; 60.6±8kg de masa corporal; 21.2±2.8% de grasa corporal). Antes de la participación en este estudio, se requirió que estos voluntarios cumplieran con los siguientes requerimientos: ausencia de cualquier limitación esquelética, muscular, cardiovascular o endocrina; tener historia de participación en programas de entrenamiento de la fuerza de al menos dos sesiones semanales durante al menos tres semanas antes de la participación en este estudio, y no haber consumido drogas de control o para la mejora del rendimiento por al menos un mes antes de la participación en el estudio y evitar su consumo durante el estudio. Los sujetos dieron su consentimiento informado como lo requiere el Comité de Revisión Institucional de la Universidad. A todos los sujetos se les realizaron mediciones de talla, masa corporal y composición corporal durante la primera sesión de evaluación. Durante todo el estudio se les requirió a los sujetos que evitaran la realización de ejercicios intensos por lo menos 24 horas antes de cada sesión de evaluación, que en los días de las pruebas realizaran la misma dieta, y que no comieran por al menos 3-4 horas antes de cada sesión de evaluación. Además, a los sujetos se les instruyó para que se abstuvieran de consumir alcohol o cafeína por al menos 24 horas antes de cualquiera de las sesiones de evaluación. El porcentaje de grasa corporal fue estimado utilizando la medición de pliegues cutáneos en cuatro sitios de acuerdo a Durin y Wormesley (1973).

Evaluación de la Fuerza

Al menos una semana antes de la realización del protocolo de ejercicio agudo de sobrecarga, cada sujeto realizó un protocolo para determinar su fuerza en una repetición máxima (1RM) en sentadilla y press de banca en la máquina Smith, como ha sido previamente descrito (Kraemer et al., 1998). Esto implicó la realización de varias series de entrada en calor llevadas a cabo utilizando el 30% (8-10 repeticiones), 50% (4-6), 70% (2-4) y 90% (1 repetición) de la RM estimada o 1-1.5 veces del peso corporal de los sujetos (McBride et al., 2002). Luego de la entrada en calor, la carga se incrementó hasta que el individuo completara un cierto número de esfuerzos máximos para determinar la 1RM.

Protocolo de Ejercicio Agudo de Sobrecarga

El protocolo de ejercicios de sobrecarga de alta intensidad consistió de 6 series de 10RM en sentadilla (75% de 1RM) y 6 series de 10RM en press de banca (75% de 1RM) con dos minutos de pausa entre cada serie. Un protocolo similar ha sido previamente utilizado y se ha demostrado que el mismo produce cambios en la función endocrina (Hymer et al., 2001). Si el sujeto no podía realizar las 10 repeticiones en una serie dada debido a la fatiga, la carga era inmediatamente ajustada para permitir que se completaran las repeticiones restantes. El protocolo de ejercicio de sobrecarga de baja intensidad consistió de 3 series de 10 repeticiones con el 30% de 1RM de los mismos ejercicios utilizados para el protocolo de alta intensidad, con dos minutos de pausa entre cada ejercicio.

Valoración del Esfuerzo Percibido

Durante la sesión de familiarización, cada sujeto fue instruido acerca del uso de la escala de RPE CR-10 modificada (Noble et al., 1983; Borg et al., 1985). La medición del RPE de la sesión, la cual fue desarrollada por Foster et al. (1996, 2001), fue utilizada para valorar la intensidad de la sesión entera (Figura 1). Para establecer puntos de referencia perceptuales altos y bajos se utilizaron una serie de evaluaciones de referencia como lo describiera previamente Gearhart et al. (2001). Además, a los sujetos se les mostró la escala 30 minutos después de haber finalizado la sesión de entrenamiento y se les

preguntó “¿cómo estuvo tu entrenamiento?” (Foster et al., 2001). El RPE fue tomado 30 minutos post-ejercicio para evitar que los elementos particularmente difíciles o fáciles cerca del final de la sesión de ejercicio produjera un sesgo en la valoración global de la misma. Para comparar nuestros resultados con aquellos estudios en donde la duración fue multiplicada por el RPE de la sesión, para calcular la carga del entrenamiento, nosotros multiplicamos el RPE de la sesión por el número de series realizadas, el número de repeticiones realizadas y la carga levantada, creando de esta manera un término representativo de la carga del entrenamiento. El objetivo del RPE de la sesión es estimular a los sujetos para que describan la sesión de entrenamiento de manera global y para simplificar la gran cantidad de variables durante la serie de ejercicio.

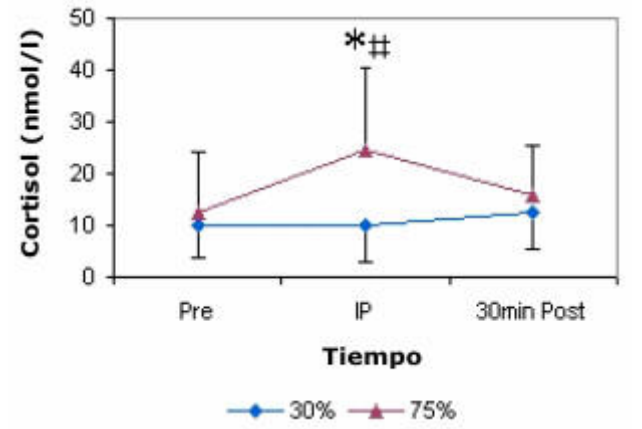

Figura 1. *Concentraciones medias de cortisol en saliva (±DE).*

Cortisol en Saliva

Las muestras de saliva fueron recolectadas al comienzo de cada sesión de entrenamiento (sin estimulación, salivando directamente en un tubo de plástico), inmediatamente después de terminar la sesión de entrenamiento de la fuerza y 30 minutos después de haber completado el último ejercicio (en el mismo momento en que se obtenía el RPE de la sesión). Las muestras fueron obtenidas en todas las sesiones de evaluación en 10 de los sujetos que completaron el estudio. Se ha demostrado que el cortisol salival tiene un ritmo circadiano (Thuma et al., 1995; Raff et al., 1998). Para evitar cualquier efecto de confusión debido a las variaciones en el ritmo circadiano, todas las sesiones de evaluación fueron realizadas a la misma hora del día. Las muestras fueron guardadas a -80ºC hasta que se realizaran los análisis. Existe un fuerte correlación entre el cortisol en saliva y el cortisol sérico no ligado, tanto en reposo (r=0.93) como durante el ejercicio (O'Connor y Corrigan, 1987). Las mediciones de la concentración de cortisol en la saliva son independientes de la tasa de flujo de saliva (Riad-Fahmy et al., 1983). Las concentraciones de cortisol en la saliva fueron determinadas en duplicado por medio de Inmunoensayo Enzimático utilizando un kit de Inmunoensayo Enzimático para el Cortisol Salival de *Diagnostic Systems Laboratories* (DSL, Webster, Texas). Las placas de ensayo fueron leídas utilizando un lector de Microplaca *Opsys* MR™ (Dynex Technologies, Chantilly, USA). La varianza intra-ensayo fue de 7.2% y la sensibilidad del ensayo fue de 0.011 $\mu g.dl^{-1}$.

Análisis Estadísticos

La significancia estadística fue establecida al nivel $p<0.05$. Los cambios en las mediciones de cortisol en saliva y en los valores de RPE dentro de los grupos fueron analizados utilizando el análisis de varianza para mediciones repetidas. Las comparaciones entre los grupos fueron realizadas utilizando el análisis de varianza. Para identificar diferencias significativas entre las medias de los grupos se utilizó el test post hoc de Tukey. Los valores de RPE de cada sujeto fueron promediados y comparados con el RPE de la sesión del mismo sujeto. Este test fue realizado para identificar si existían diferencias significativas entre los valores de RPE de la sesión y los valores acumulados de RPE durante cada sesión de entrenamiento de la fuerza. Se calcularon los coeficientes de correlación interclase (ICC) para establecer la confiabilidad del método de RPE de la sesión. Se calcularon correlaciones bivariadas utilizando correlaciones de momento producto de Pearson, para examinar las relaciones entre los cambios en los niveles de cortisol y el RPE de la sesión. Por último las correlaciones bivariadas fueron calculadas para relacionar los cambios en el cortisol y las cargas de entrenamiento.

Calificación = Descriptor
0=Reposo
1=Muy, Muy Fácil
2=Fácil
3=Moderado
4=Algo Duro
5=Duro
6=*
7=Muy Duro
8=*
9=*
10=Máximo

Figura 2. *Modificación de las categorías de clasificación de la escala de esfuerzo percibido (RPE) para este estudio (Foster, 2001). Las expresiones verbales han sido cambiadas ligeramente para reflejar el inglés americano (e.g., ligero se cambio por fácil, fuerte o severo se cambio por duro). Brevemente, se les mostró a los sujetos la escala aproximadamente 30 minutos después de la conclusión del entrenamiento y se les preguntó "¿cómo estuvo el entrenamiento?".*

RESULTADOS

Hubo un incremento significativo en el nivel de cortisol en saliva inmediatamente después de la sesión de ejercicio de alta intensidad (Figura 2). Se hallaron diferencias significativas entre las sesiones de baja y de alta intensidad inmediatamente post-ejercicio. El ejercicio de baja intensidad no provocó cambios significativos en los niveles de cortisol.

Hubo diferencias significativas entre los valores medios de RPE para cada intensidad ($p<0.05$) (Figura 3 y Figura 4). También se observaron diferencias significativas entre los valores de RPE de la sesión para cada intensidad de ejercicio (alta intensidad 7.1 vs. baja intensidad 1.9) ($p<0.05$) (Figura 5). No se hallaron diferencias significativas entre los valores promedio de RPE y los valores de RPE de la sesión para el ejercicio de sentadilla. Sin embargo, se hallaron diferencias significativas entre los valores promedio de RPE para el ejercicio de press de banca y los valores de RPE de la sesión en cada intensidad de ejercicio ($p<0.05$).

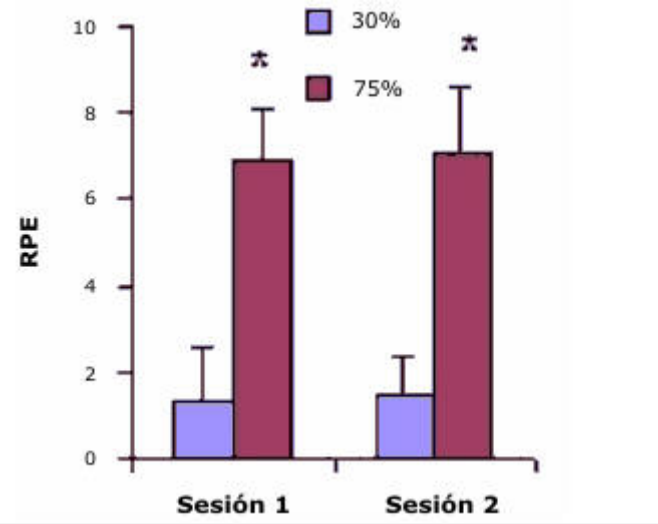

Figura 3. *RPE promedio para el ejercicio de press de banca en cada sesión de evaluación. * Diferencia significativa entre las sesiones realizadas con el 30% y el 75% de 1RM.*

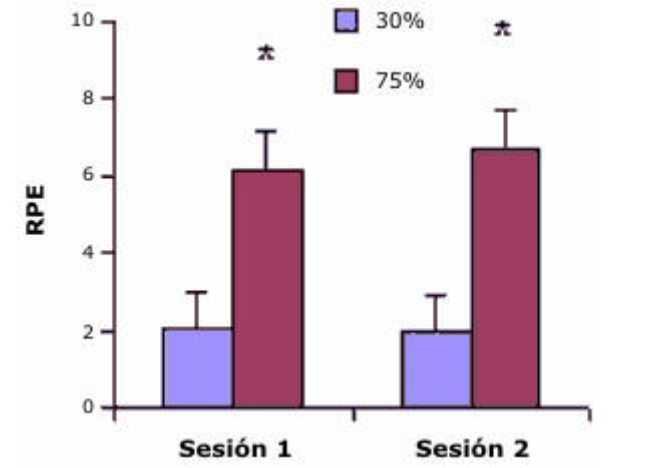

Figura 4. *RPE promedio para el ejercicio de sentadilla en cada sesión de evaluación. * Diferencia significativa entre las sesiones realizadas con el 30% y el 75% de 1RM.*

Se llevo a cabo un test de confiabilidad del RPE de la sesión para estimar el mismo valor entre dos pruebas diferentes de la misma intensidad. El ICC fue de 0.95 con un intervalo de confianza de 95% entre 0.90-0.97.

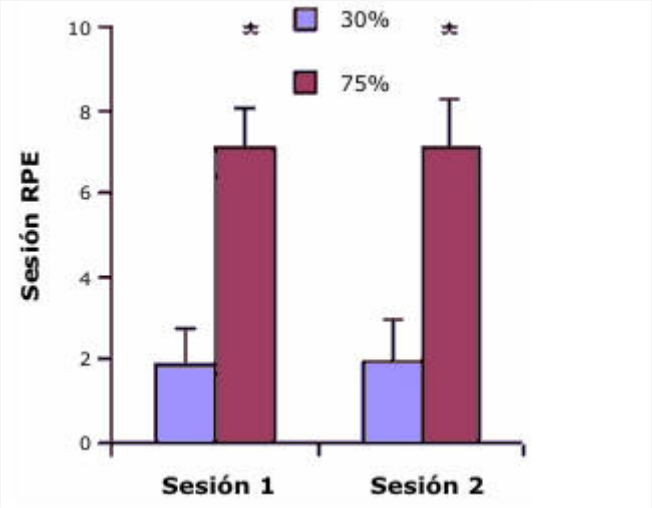

Figura 5. *Datos del RPE de la sesión para las sesiones de alta y de baja intensidad. * Diferencia significativa entre las sesiones realizadas con el 30% y el 75% de 1RM.*

No se hallaron correlaciones significativas entre los niveles de cortisol en saliva obtenidos inmediatamente después de la sesión o a los 30 minutos post-ejercicio y las mediciones de RPE (tanto con el RPE promedio como con el RPE de la sesión). Tampoco se hallaron correlaciones significativas entre la concentración de cortisol en saliva y la carga de entrenamiento.

DISCUSION

Estudios anteriores han mostrado que el ejercicio de sobrecarga tiene un efecto significativo sobre los niveles de cortisol luego del ejercicio (Mulligan et al., 1996; Nindl et al., 2001). El presente estudio mostró que las respuestas del cortisol en la saliva fueron significativamente diferentes inmediatamente después del ejercicio entre las sesiones de ejercicio de alta y de baja intensidad (145%). Inmediatamente después de la realización de ejercicios agudos de sobrecarga de alta intensidad

hubo un incremento significativo del 97% desde el valor basal en el cortisol salival. Este incremento en el cortisol en saliva fue significativamente mayor que la respuesta del cortisol en la sesión de ejercicio de sobrecarga de baja intensidad.

Se ha mostrado que los niveles de cortisol en saliva se incrementan luego de la realización de ejercicios agudos, siendo esta respuesta dependiente de la intensidad y de la duración de la actividad (Lac y Bretón, 2000; Jacks et al., 2002). Nosotros no conocemos estudios que hallan medido el cortisol en saliva luego de la realización de ejercicios de sobrecarga de diferente intensidad. Sin embargo, hay poca investigaciones que hallan estudiado las respuestas del cortisol en saliva con el ejercicio de sobrecarga. La medición del cortisol en saliva constituye un procedimiento no estresante y no invasivo (Vining y McGinley, 1987) que evita el estrés adicional provocado por el pinchazo en la vena (Lac et al., 1993). La medición del cortisol en saliva también puede constituir una mejor medida de la función adrenocortical, ya que representa con mayor precisión los niveles de cortisol no ligado (Vining et al., 1983).

En la presente investigación hemos mostrado que una sesión de ejercicios de sobrecarga de alta intensidad produce un incremento significativo en el nivel de cortisol en la saliva. Esto coincide con la mayoría de los estudios que han mostrado que el ejercicio de sobrecarga de alta intensidad produce una elevación en el cortisol sérico (Mulligan et al., 1996; Fry et al., 2000; Nindl et al., 2001; Smilios et al., 2003). Un estudio reciente llevado a cabo por Smilios et al. (2003) mostró que diferentes protocolos de ejercicio de sobrecarga producen diferentes patrones de respuesta hormonal dependiendo del número de series que se lleven a cabo.

Investigaciones previas han mostrado que el volumen de ejercicios de sobrecarga medido por el número de series realizadas, afecta las concentraciones hormonales. Los estudios han demostrado que la realización de tres series de cada ejercicio resulta en mayores niveles de cortisol, testosterona y hormona del crecimiento en comparación con la realización de una única serie de cada ejercicio (Mulligan et al., 1996; Gotshakl et al., 1997). Nuestros datos confirmaron que los niveles de cortisol en la saliva se elevaron significativamente cuando se realizó un mayor volumen de trabajo (6 vs. 3 series). Además, del número de series realizadas, otro factor que pudo haber afectado la respuesta del cortisol en saliva es el nivel de entrenamiento de los sujetos. La mayoría de los sujetos en el presente estudio solo estaban recreacionalmente entrenados, lo cual estuvo reflejado por el índice de 1RM en sentadilla/peso corporal (1.62 para los hombres y 1.16 para las mujeres). Se ha sugerido que las sesiones con series múltiples son más efectivas para individuos bien entrenados (ACSM, 2002) y que las respuestas hormonales están influenciadas por el nivel de entrenamiento de los sujetos (Fry et al., 2000). En el presente estudio hubo una fuerte correlación ($r=0.54$, $p=0.08$) entre el índice 1RM en sentadilla/peso corporal y el porcentaje de cambio en las concentraciones de cortisol en saliva desde antes a después de la serie de ejercicio. Aunque esta no fue una correlación significativa, sugiere que el nivel de entrenamiento de los sujetos está relacionado con las respuestas hormonales. Sin embargo, hubo un amplio rango de respuestas del cortisol en saliva a las diferentes intensidades de ejercicio, como los demuestran los grandes desvíos estándar (Figura 1). Además, la inclusión tanto de hombres como mujeres en el presente estudio podría agregar un factor de confusión. No se hallaron diferencias significativas entre los hombres y las mujeres, tanto en las respuestas del cortisol en saliva como en los valores de RPE. Sin embargo, esto pudo haber contribuido a la gran variación de las respuestas del cortisol en saliva, ya que pudo haber una variación en el estadio menstrual de las mujeres. Nosotros intentamos controlar la hora del día, haciendo que los sujetos terminaran la evaluación a la misma hora en todas las sesiones. Todas las evaluaciones fueron llevadas a cabo en horas de la mañana, ya que se ha mostrado que el cortisol en saliva tiene un ritmo circadiano (Thuma et al., 1995, Raff et al., 1998).

El segundo propósito de este estudio fue evaluar la confiabilidad y la efectividad del RPE de la sesión para valorar la intensidad global de una sesión de entrenamiento de la fuerza utilizando series múltiples. En base a los datos, el método de RPE de la sesión parece un método confiable para cuantificar las intensidades del entrenamiento de la fuerza. Previamente hemos mostrado que el método de RPE de la sesión constituye una medición confiable para evaluar sesiones de ejercicio con series únicas (Day et al, en prensa). Sin embargo, para el desarrollo de la fuerza y la potencia se recomiendan las sesiones con series múltiples (ACSM, 2002). Por lo tanto, creímos que era importante determinar la confiabilidad de esta medición con series múltiples. Esta fue la razón para que realizáramos dos sesiones con cada intensidad de entrenamiento. Hubo una diferencia significativa entre los valores de RPE de la sesión para cada intensidad y para los dos ejercicios utilizados (press de banca y sentadilla). Los valores promedio de RPE y los valores de RPE de la sesión para el ejercicio de press de banca fueron también significativamente diferentes. Para el ejercicio de sentadilla, no se hallaron diferencias significativas entre los valores promedio de RPE y el RPE de la sesión.

Estos hallazgos son similares a los hallazgos de un estudio previo llevado a cabo en nuestro laboratorio (Day et al., en prensa). Otro estudio llevado a cabo recientemente en nuestro laboratorio comparó el RPE de la sesión durante entrenamientos de la fuerza de baja, moderada y alta intensidad con el RPE de la sesión obtenido durante la realización de ejercicios aeróbicos de intensidades similares realizados en cicloergómetro y en estado estable (Sweet et al., en prensa). El RPE de la sesión y el RPE promedio se incrementaron con el incremento en el % de 1RM a pesar de la reducción en el número de repeticiones y en la carga total de trabajo. Los resultados de esta serie de estudios respaldan la idea de que el RPE de la sesión es un método válido para la cuantificación de la intensidad del entrenamiento de sobrecarga, y es en general comparable al entrenamiento aeróbico. La diferencia en los valores promedio de RPE y los valores de RPE de la

sesión en los ejercicios de press de banca y sentadilla es similar a nuestros hallazgos previos, ya que aparentemente las mediciones de RPE tomadas luego de cada serie variaron ampliamente dependiendo del tipo de ejercicio que se estaba realizando, i.e., ejercicios para grupos musculares grandes versus ejercicios para grupos musculares pequeños (Day et al., en impresión, Sweet et al., en impresión). Muchos factores pudieron haber influenciado las variaciones en las mediciones del RPE, tales como el reclutamiento de unidades motoras y el gasto energético.

En el presente estudio utilizamos un protocolo de ejercicio diseñado para delimitar claramente un entrenamiento de alto volumen y alta intensidad, de un entrenamiento de baja intensidad, para de esta manera investigar la respuesta hormonal y el esfuerzo percibido. Sin embargo, no intentamos equiparar los protocolos de ejercicio en cuanto a la cantidad de trabajo realizado, aunque los períodos de recuperación fueron iguales para ambos protocolos. También es importante señalar que las sesiones de ejercicio utilizadas en el presente estudio no necesariamente reflejan el tipo de trabajo realizado tradicionalmente por las personas que realizan entrenamiento de sobrecarga. Futuros estudios deberían investigar los efectos de protocolos de ejercicio diseñados para mejora la fuerza máxima, la hipertrofia y la potencia, sobre las respuestas hormonales, además del RPE de la sesión.

Otros autores han investigado la relación entre el esfuerzo percibido y el ejercicio de sobrecarga (Gearhart et al., 2001, 2002). El entrenamiento de sobrecarga consiste de una compleja combinación de variables incluyendo series, repeticiones, períodos de recuperación y tipo de ejercicio realizado. Por lo tanto, el ejercicio de sobrecarga representa un modo singular para estudiar el esfuerzo percibido y las respuestas hormonales. Además de la valoración del RPE para cada serie también se valoró el RPE de la sesión. El propósito de obtener los valores de RPE para cada serie fue familiarizar a los sujetos con la valoración del esfuerzo percibido y la utilización de la escala CR-10 modificada. Nosotros creímos que esto podría aumentar la precisión de la valoración del RPE de la sesión. Este estudio proporciona evidencia adicional que valida los hallazgos de Gearhart et al. (2002) y de Day et al. (en impresión), en los cuales los sujetos percibieron un mayor esfuerzo cuando realizaron menos repeticiones con mayor intensidad en comparación con la realización de más repeticiones, pero con menor intensidad. El volumen en el entrenamiento de sobrecarga es una combinación del número de series, número de repeticiones y cantidad de peso levantado. Esta es una diferencia importante con respecto a los tipos de entrenamiento distintos del de sobrecarga en donde la duración total del ejercicio en minutos constituye una medición apropiada de la duración. Debido a que en el entrenamiento de la fuerza se requieren períodos de recuperación largos, particularmente en entrenamientos de alta intensidad, el tiempo per se es probablemente un medición inapropiada del volumen de entrenamiento. Estudios previos llevados a cabo por Day et al. (en impresión), Gearhart et al. (2001) y Sweet et al. (en impresión) han mostrado que el RPE está más influenciado por la intensidad del ejercicio y no por el volumen que esta siendo llevado a cabo. Se requieren más investigaciones para estudiar el rol del volumen en el entrenamiento de sobrecarga, tanto sobre el RPE como sobre las respuestas hormonales medidas en saliva.

CONCLUSION

En conclusión, se observaron diferencias significativas en las respuestas del cortisol en saliva medidas inmediatamente después del ejercicio entre los protocolos de alta y de baja intensidad. Este estudio ha demostrado que las mediciones del cortisol en saliva pueden ser utilizadas para diferenciar entre trabajos de alta y de baja intensidad. Los resultados de este estudio también han mostrado que el RPE de la sesión es una herramienta útil y confiable para la medición de la intensidad de una sesión de entrenamiento de sobrecarga. Esta escala podría ser una herramienta de mucha utilidad para los investigadores, entrenadores de fuerza, levantadores de fuerza recreacionales, y atletas debido a la necesidad de valorar la intensidad de una sesión de entrenamiento de sobrecarga. Sobre todo, se ha mostrado que el RPE de la sesión es una herramienta confiable para cuantificar trabajos tanto de alta como de baja intensidad.

Puntos Claves

El presente estudio mostró que las respuestas del cortisol en saliva medidas inmediatamente después del ejercicio fueron significativamente diferentes entre las sesiones de baja y de alta intensidad.

Similarmente las mediciones de cortisol pueden ser utilizadas para diferenciar entre sesiones de ejercicio de sobrecarga de alta y de baja intensidad.

El método de RPE de la sesión parece ser un método confiable para cuantificar la intensidad del ejercicio de sobrecarga.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (2002). Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science and Sports and Exercise 34, 364-380*
2. Borg, G (1998). Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. *Champaign, IL: Human Kinetics*
3. Borg, G., Hassmen, P. and Langerstrom, M (1985). Perceived exertion in relation to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology 65, 679-685*
4. Day, M.L., McGuigan, M.R., Brice, G. and Foster, C (2000). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research. In press*
5. Durnin, J.V. and Womersley J (1973). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thicknesses: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 yrs. *British Journal of Nutrition 32, 77-97*
6. Foster, C (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science and Sports and Exercise 30, 1164-1168*
7. Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. and Welsh, R (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal 95:370-374*
8. Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P. and Dodge, C (2001). A new approach to monitoring exercise testing. *Journal of Strength and Conditioning Research 15, 109-115*
9. Fry, A.C, Kraemer, W.J., Stone, M.H., Koziris, L.P., Thrush, J.T. and Fleck, S.J (2000). Relationships between serum testosterone, cortisol and weightlifting performance. *Journal of Strength and Conditioning Research 14, 338-343*
10. Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M. and Lac, G (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology 86, 179-184*
11. Gearhart, J.R. Jr., Goss, F.L., Lagally, K.M., Jakicic, J.M.Gallagher, J. Gallagher, K.I. and Robertson, R.J (2002). Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research 16, 87-91*
12. Gearhart, J.R. Jr., Goss, F.L., Lagally, K.M., Jakicic, J.M.Gallagher, J. Gallagher, K.I. and Robertson, R.J (2001). Standardized scaling procedures for rating of perceived exertion during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research 15, 320-325*
13. Gotshalk, L.A., Loebel, C.C., Nindl, B.C., Putukian, M, Sebastianelli, WJ, Newton, R.U, Hakkinen K, and Kraemer WJ (1997). Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Canadian Journal of Applied Physiology 22, 244-255*
14. Hymer, W.C., Kraemer, W.J., Nindl, B.C., Marx, J.O., Benson, D.E., Welsch, J.R. Mazzetti, S.A.,Volek J.S. and Deaver, D.R (2001). Characteristics of circulating growth hormone in women after acute heavy resistance exercise. *American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism 281, E878-887*
15. Jacks, D.E., Sowash, J., Anning, J., McGloughlin, T. and Andres, F (2002). Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol. *Journal of Strength and Conditioning Research 16, 286-289*
16. Lac, G. and Berthon, P (2000). Changes in cortisol and testosterone levels and T/C ratio during an endurance competition and recovery. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 40, 139-144*
17. Lac G, Lac N and Robert A (1993). Steroid assays in saliva: a method to detect plasmatic contaminations. *Archives of Physiology, Biochemistry and Biophysics 101, 257-262*
18. Luger, A., Duchester, P, Kyle, S., Galluchi, W, Montgomery, L, Gold, P., Loriaux, L. and Chrousus, G (1987). Acute hypothalamic-pituitary-adrenal responses to the stress of treadmill exercise. *New England Journal of Medicine 316, 1309-1315*
19. Marthur, D., Toriola, A. and Dada, O (1986). Serum cortisol and testosterone levels in conditioned male distance runners and non-athletes after maximal exercise. *Journal of Sports Medicine 26, 245-250*
20. McBride, J., Triplett-McBride, T., Davie, A. and Newton, R.U (2002). The Effect of heavy-vs-light jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength and Conditioning Research 16, 75-82*
21. McCall, G.E., Byrnes, W.C., Fleck, S.J., Dickinson, A. and Kraemer, W.J (1999). Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Canadian Journal of Applied Physiology 24, 96-107*
22. Mulligan, S.E., Fleck, S.J., Gordon, S.E., Koziris, L.P., Triplett-McBride, N.T. and Kraemer, W.J (1996). Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentrations in women. *Journal of Strength and Conditioning Research 10, 256-262*
23. Nindl, B.C., Kraemer, W.J., Deaver, D.R., Peters, J.L., Marx, J.O., Heckman, J.T. and Loomis, G.A (2001). LH secretion and testosterone concentrations are blunted after resistance exercise in men. *Journal of Applied Physiology 91, 1251-1258*
24. Noble, B.J., G. Borg, I. Jacobs, R. Ceci, and P. Kaiser (1983). A category-ratio perceived exertion scale: Relationship to blood and muscle lactate and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise 15, 523-528*
25. Noble, B.J. and Robertson, R.J (1996). Perceived Exertion. *Champaign, IL: Human Kinetics*
26. Obminski, Z. and Stupnicki, R (1997). Comparison of the testosterone-to-cortisol ratio values obtained from hormonal assays in saliva and serum. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 37, 50-55*
27. O'Connor, P. and Corrigan, D (1987). Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels. *Medicine and Science in Sports and Exercise 19, 224-228*
28. Passelergue, P. and Lac, G (1999). Saliva cortisol, testosterone and T/C ratio variations during a wrestling competition and during post-competitive recovery period. *International Journal of Sports Medicine 20, 109-113*
29. Raff, H., Raff, J.L. and Findling, J.W (1998). Late-night salivary cortisol as a screening test for Cushing's syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 83, 2681-2686*
30. Riad-Fahmy, D., Read, G.F. and Walker, R.F (1983). Salivary steroid assays for assessing variation in endocrine activity. *Journal of*

Steroid Biochemistry 19, 265-272
31. Smilios, I., Pilianidis, T., Karamouzis, M. and Tokmakidis, S.P (2003). Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise 35, 644-654*
32. Sweet, T.W., Foster, C., McGuigan, M.R. and Brice, G (1998). Quantification of resistance training using the session RPE method. *Journal of Strength and Conditioning Research, in press*
33. Thuma, J.R., Gilders, R., Verdun, M., and Loucks, A.B (1995). Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise: implications for future research. *Journal of Applied Physiology 78, 1657-1664*
34. Vining, R.F. and McGinley, R.A (1987). The measurement of hormones in saliva: possibilities and pitfalls. *Journal of Steroid and Biochemistry 27, 81-94*
35. Vining, R.F., McGinley, R.A., Maksvytis, J.J. and Ho, K.Y (1983). Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. *Annals of Clinical Biochemistry 20, 329-335*

Cita Original

McGuigan Michael R., Alison D. Egan and Carl Foster. Salivary Cortisol Responses and Perceived Exertion during High Intensity and Low Intensity Bouts of Resistance Exercise. Journal of Sports Science and Medicine; 3, 8-15, 2004.