PubliCE, (PubliCE) 2002

Research

Química Sérica y Adaptaciones Hematológicas a 6 Semanas de Entrenamiento de la Fuerza Moderado a Intenso

Lon J Kilgore[1], Glenn W Pendlay[1], Jacob S Reeves[1] y Tommi G Kilgore[1]

[1]*Strength Research Laboratory & USA Weightlifting Regional Development Center, Midwestern State University, Wichita Falls, Texas 76308*.

RESUMEN

Este estudio examinó los cambios que ocurren en las células del sistema inmunológico y en la química sanguínea en levantadores de pesas después de 1 semana de descanso seguida por 6 semanas de ejercicios de fuerza de tipo Olímpico. La sangre fue extraída semanalmente después de 1 día de descanso al mismo tiempo y en el mismo día de la semana para los 7 días. El número de linfocitos se incrementó desde la semana 5 a la 7. La concentración de sodio aumentó arriba de los niveles iniciales en la semana 2, permaneciendo elevada, y alcanzando un pico en la semana 5. La bilirrubina directa cayó debajo de los valores iniciales en la semana final. Las concentraciones de cloruro y fosfatasa alcalina se incrementaron a medida que el entrenamiento progresaba. Las concentraciones de cloruro, potasio, albúmina, CO_2, y fosfatasa alcalina alcanzaron un pico en las semanas 4 a 6. La creatinina sérica estuvo elevaba en las semanas 3 a 5. Los datos indican que el entrenamiento de fuerza induce cambios en el recuento de células del sistema inmunológico y que la química sanguínea permanece dentro, o cerca, de lo valores clínicos normales. Parece que el entrenamiento de la fuerza no induce inmunodepresión o afecta negativamente la función renal o hepática.

Palabras Clave: entrenamiento de pesas, hematología, ejercicio, marcadores sanguíneos

INTRODUCCION

Una sola serie de ejercicio aeróbico intenso induce una variedad de cambios en las propiedades químicas y hematológicas de la sangre (10). Aunque estas propiedades han sido descritas en gran detalle, el tipo así como la magnitud de respuesta a este tipo de ejercicios varía mucho. Las intensidades aeróbicas más altas tienden a conducir a mayores alteraciones (revisado en [11]). El ejercicio de fuerza puede también ser extremadamente intenso, requiriendo la realización de esfuerzos a una mayor tasa de trabajo que la que es observada al 100% del VO_2 máx. Ha sido bien documentado en un número de sistemas fisiológicos que los cambios estructurales y funcionales observados con el entrenamiento aeróbico difieren de aquellos que ocurren con el entrenamiento de la fuerza. De este modo, no podemos presumir que los experimentos y sus resultados puedan describir las respuestas y adaptaciones esperadas a partir de la participación en entrenamiento aeróbico regular. Aunque la intensidad del ejercicio puede ser un estímulo integral de cambio, pocos estudios han intentado describir la química sérica y los cambios hematológicos resultantes a partir de ejercicios de fuerza

agudos o crónicos. En el cual es probablemente el primer estudio sistemático de la respuesta hematológica a un entrenamiento de sobrecarga agudo, Nieman et al. (12) describieron respuestas inmunes y hematológicas selectas al ejercicio de sentadilla realizado mediante series múltiples hasta el fallo. Aparte de las mediciones relacionadas al sistema inmune, hay datos dispersos y equívocos con respecto a las variables hematológicas agudas. Algunos investigadores han establecido respuestas de la química sanguínea al entrenamiento anaeróbico agudo (velocidad o entrenamiento de fuerza). Similarmente, los estudios que describen las adaptaciones crónicas de la química sanguínea después del entrenamiento de la fuerza son escasos, usan protocolos de entrenamiento muy variables, y analizan diferentes valores químicos. Los datos con respecto a las adaptaciones hematológicas crónicas al entrenamiento de la fuerza regular son escasos en las actuales bases de datos científicas, y la literatura existente se focaliza principalmente en ejercitantes desentrenados o recreacionales. Ninguna investigación hasta la actualidad ha examinado los efectos agudos o crónicos del entrenamiento de fuerza de estilo Olímpico sobre los parámetros de química sérica o sistema inmune en levantadores de pesas de competición bien entrenados. La escasez de literatura relacionada puede ser demostrada por la examinación de 2 revisiones principales de inmunología del ejercicio (13, 18). Ninguna de estas muy completas revisiones incluyó una sola citación de los efectos del entrenamiento de la fuerza. Esto destaca fuertemente la falta de información con respecto a esta importante área de la aptitud física y el rendimiento.

El propósito de este proyecto fue triple: (a) evaluar la hipótesis acerca de que las variaciones en la química sanguínea y el recuento de células del sistema inmune con ejercicios de fuerza olímpicos sería similar a, o mayor, que aquella manifestada con el ejercicio aeróbico intenso. Tales datos podrían proporcionar una idea acerca de si los atletas que entrenan y compiten en deportes anaeróbicos muy intensos tienen más o menos probabilidad de desarrollar inmunosupresión inducida por el ejercicio; (b) proporcionar datos descriptivos adicionales con respecto a la respuesta de la química sanguínea y del sistema inmune de los seres humanos al entrenamiento de la fuerza; cualquier variación resultante a partir de este riguroso régimen de entrenamiento puede ser potencialmente valiosa como índice de sobreentrenamiento a corto plazo y sobreentrenamiento crónico; y (c) para determinar si el entrenamiento de levantamiento de pesas de estilo Olímpico en levantadores de pesas entrenados altera cualquier variable en una manera diferente a aquella observada en las poblaciones sedentarias o recreacionales.

METODOS

Acercamiento Experimental al Problema

Seis levantadores de pesas entrenados fueron evaluados para número de células inmunitarias, concentración de química sanguínea, y rendimiento en levantamiento de pesas durante 6 semanas de entrenamiento después de una semana de descanso forzado. El protocolo de entrenamiento consistió de un período de 2 semanas de incremento del volumen y la intensidad, seguido por 2 semanas de intensidad máxima y alto volumen, y finalmente una puesta a punto en volumen e intensidad de 2 semanas que culminó en una competición de Levantamiento de Pesas oficial de Estados Unidos. Fue usado un diseño de mediciones repetidas, con los valores de control siendo establecidos después de la semana de descanso inicial.

Sujetos

El grupo de sujetos consistió de 6 hombres aparentemente sanos con similares historias de actividad física, entrenamiento de la fuerza, y competición (los pasados 6 meses en entrenamiento de la fuerza continuo; todos habían competido en levantamiento de pesas; todos calificados para un Evento Nacional de Levantamiento de Pesas de Estados Unidos). Las características de los sujetos son presentadas en la Tabla 1. Todos los sujetos completaron un cuestionario de salud y evaluación y firmaron un formulario de consentimiento informado antes de entrar en el estudio. Las historias de salud fueron evaluadas de acuerdo a los criterios establecidos por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (1). Los protocolos experimentales fueron consistentes con el Comité de Investigaciones con Sujetos Humanos de la Universidad Estatal de Midwestern y estuvo aprobado por el mismo (HSRC#020700001).

Protocolo de Entrenamiento

La duración total del estudio fue de 7 semanas (1 semana de descanso forzado seguida por 6 semanas de entrenamiento). La documentación de los programas de entrenamiento exactos para los levantadores Olímpicos es esporádica e incompleta en la literatura científica. La carga de entrenamiento impuesta durante el experimento fue una variación de las investigaciones publicadas que incluyen regimenes de entrenamiento bien definidos y también estuvo basada en los programas de entrenamiento para levantadores de pesas propuestos y usados por los entrenadores de levantadores de pesas de élite (7, 8, 17, 19). El programa es presentado en las Tablas 2 y 3.

Hematología y Química

Para controlar las variaciones diurnas fue realizada una punción de una vena por un técnico médico (Sociedad Americana de Patólogos Clínicos) a la misma hora y el mismo día de la semana durante la duración del estudio. Las muestras sanguíneas fueron obtenidas en un estado en ayunas (8 horas) y precedidas por 1 día de descanso y recuperación. La vena antecubital fue localizada mediante la vista y palpación. Una vez localizada, el área era limpiada y saneada usando alcohol isopropílico al 15%. Fue insertada una aguja 22G unida a un tubo Vacutainer en la vena antecubital, y fueron adquiridos dos tubos de sangre (22ml en total). Tubo #1, un tubo separador sérico estándar de 10ml (Becton-Dichinson, Franklin Lakes, NJ), fue usado para recolectar el plasma; tubo #2 era un tubo hematológico de 5ml con ácido etilendiamintetraacético tripotásico (EDTA) aditivo (Becton-Dickinson). La aguja fue luego retirada, fue colocado un parche de algodón en el sitio donde se había colocado la misma, fue aplicada presión en el sitio, y fue colocada una cinta para prevenir cualquier posible compromiso en el sitio de colocación de la aguja. A cada sujeto y a cada muestra fue asignada un único número de identificación, y el código de la clave fue mantenido confidencial hasta que fueran completados todos los análisis. Las muestras en el tubo #1 fueron separadas en componentes celulares y séricos, luego fueron realizados los análisis químicos y enzimáticos en duplicado sobre el plasma, usando análisis colorimétrico en un analizador COBAS Mira+ (Hoffman-La Roche, Ltd., Basel, Suiza). Las muestras tratadas con ácido etilendiamintetraacético fueron usadas para las determinaciones de recuento de células y de tipo de células usando un contador de células automático JT2 (Beckman-Coutler, Inc., Fullerton, CA). El recuento de células fue también realizado en duplicado. Fueron realizados análisis semanales después de que todos los equipos fueron calibrados usando estándares clínicos idénticos para asegurar la validez, confiabilidad, y reproducibilidad de los resultados.

Evaluaciones de Rendimiento

El rendimiento en los levantamientos Olímpicos competitivos (arranque y envión) y sentadilla fueron evaluados periódicamente a través de todo el estudio. Los valores iniciales de 1 repetición máxima (1RM) para los levantamientos fueron derivados a partir de los resultados competitivos oficiales más recientes de los sujetos. Los resultados más viejos que 60 días no fueron considerados válidos. La verificación de los valores iniciales de 1RM fue realizada en el último día de la semana 2 del período de entrenamiento. Todos los entrenamientos y las evaluaciones de rendimiento fueron hechos con barras de élite calibradas (York Barbell Co., York, PA) y fueron certificadas por la Federación Internacional de Levantamiento de Pesas. La evaluación final fue completada bajo condiciones de competición en un evento sancionado por USA Weigthlifting.

Análisis Estadísticos

Todos los resultados hematológicos y químicos séricos fueron analizados con análisis de varianza para mediciones repetidas con test t de Student apareados post hoc para los resultados significativos. Un valor de $p \leq 0.05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS

Hematología

El número de linfocitos se incrementó en el recuento entre las semanas 3 y 5 ($p=0.009$), luego los mismos retornaron al recuento más bajo, cercano a los valores iniciales, en la semana 7 ($p=0.05$). Fue observada una reducción cercana a la significancia en el número de monocitos, que persistió a través de la semana 5 hasta la 7 ($p=0.0545$). El bajo recuento de monocitos en la semanas 5 a 7 estuvo debajo de los valores clínicos normales. Fue observado un incremento estable en el recuento de eritrocitos entre el valor inicial y la semana 7 ($p<0.034$). Los valores medios de los resultados son presentados en la Tabla 4.

Química

Las concentraciones de sodio aumentaron de manera estable después del comienzo del entrenamiento y alcanzaron un pico después de la semana 5 de entrenamiento ($p=0.0001$). Los valores cayeron en la semana 6 ($p=0.0001$) y permanecieron cerca de los valores iniciales en la semana 7. Las concentraciones de potasio permanecieron constantes en las semanas 2 y 3, se incrementaron de forma coincidente con la carga de trabajo en las semanas 4 y 5 ($p=0.0284$ y $p=0.0083$, respectivamente), permanecieron elevadas en la semana 6 ($p=0.0291$), y retornaron a los valores iniciales en la semana 7. Las concentraciones de cloruro comenzaron a incrementarse en la semana 3, continuaron aumentando, y alcanzaron un pico en la semana 4 ($p=0.0003$), luego retornaron a los valores cercanos a los de la semana 3 en la semana 6. Las

concentraciones no retornaron a los niveles iniciales aún durante la semana 7, un período de reducción substancial de la carga de trabajo. Los niveles de dióxido de carbono mostraron un incremento gradual durante el estudio hasta que las concentraciones alcanzaron un pico en la semana 6 (p=0.014), y los mismos retornaron inmediatamente a los niveles iniciales en la semana 7. Los niveles de creatinina se incrementaron sobre los valores iniciales en la semana 2 y permanecieron significativamente elevados durante las primeras tres semanas de entrenamiento (p=0.0117). Las concentraciones cayeron hasta cerca de los valores iniciales en las semanas 6 y 7. Las concentraciones de bilirrubina directa y total experimentaron una elevación no significativa seguida por reducciones consecutivas en la concentración hasta niveles más bajos que los iniciales en las semanas 6 y 7 (p=0.0310 y p=0.0174, respectivamente). Las concentraciones de albúmina permanecieron estables durante las semanas 2 a la 4, aumentaron significativamente por sobre los valores en las primeras semanas de entrenamiento en las semanas 5 (p=0.0170), y permanecieron ligeramente elevadas en la semana 7 (p=0.0278). Los incrementos en la creatinina en la semana 3 y del sodio, albúmina, y creatinina en la semana 5 resultaron todos en valores nominalmente arriba de los valores clínicos normales. La concentración de aspartato aminotransaminasa cayó no significativamente en la semana 2, comenzó a aumentar en la semana 3, había aumentado a concentraciones significativamente más altas que las de la semana 2 en la semana 4 (p=0.0340), y en la semana 7 todavía estaba ligeramente elevada con respecto a la semana 2 (p=0.0409), pero no con respecto a los valores iniciales. Los niveles de fosfatasa alcalina aumentaron significativamente inmediatamente en el comienzo del entrenamiento (p=0.0056). Las concentraciones permanecieron elevadas por sobre los valores iniciales a través de todo el período del estudio y alcanzaron un máximo durante las semanas 6 y 7 (p=0.0030). Los valores medios de los resultados son presentados en la Tabla 5.

Características	Comienzo	Final
Masa Corporal (kg)	89.0±27.9	90.2±29.0
% de grasa	15.8±6.62	15.9±6.8
Masa corporal magra (kg)	74.0±19.4	74.8±19.2
Arranque (kg)	94.6±25.9	96.7±21.3
Envión (kg)	118.7±26.8	123.3±26.1
Sentadilla (kg)	158.7±39.0	168.0±40.0
Historia de Entrenamiento (sesiones por semana)	3.8±3.1	--
Edad (años)	28.3±6.3	--

Tabla 1. *Características de los sujetos (media±DS).*

Semanas de Entrenamiento	Días de Entrenamiento por Semana	Intensidad Media en % de 1 RM	Repeticiones por Serie	Repeticiones Semanales +
1	0	0	0	0
2	3	75	2	60
3	4	85	2	112
4	5	90 +	2 o 1	188
5	5	90 +	2 o 1	158
6	4	88	1	56
7	2	85	1	24

Tabla 2. *Características de la carga impuesta del programa de entrenamiento. 1RM= 1 repetición máxima. + No incluye repeticiones de entrada en calor; las semanas 4 y 5 tuvieron 7 sesiones de entrenamiento planeadas; en las semanas 4 y 5, se trató de hacer una 1RM diaria relativa dos veces en cada arranque o envión.*

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Viernes	Sábado
1	No	No	No	No	No
2	Arranque de potencia, Envión de potencia Sentadilla	No	Arranque de potencia colgado, Cargada de potencia colgado, Peso muerto rumano, Abdominales	Muestra sanguínea por la mañana	Cargada de Potencia, Segundo tiempo, Sentadilla, Abdominales, Arranque
3	Arranque de potencia, Cargada, Fuerza con impulso por delante, Sentadilla, Extensión de Espalda	No	Por la mañana: Muestras sanguíneas, Arranque, Cargada de potencia, Segundo tiempo, Sentadilla por delante, Abdominales	Muestras sanguíneas por la mañana, Arranque de potencia, Cargada de potencia, Press, Peso muerto rumano	Arranque, Envión, Sentadilla, Abdominales
4	Por la mañana: Sentadilla, tirón de arranque, tirón de cargada; Por la tarde: Arranque, Envión, Abdominales	Arranque, Envión, Sentadilla, Abdominales	Arranque de potencia, Press, Sentadilla por delante, Abdominales	Por la mañana: muestras sanguíneas, arranque, fuerza con impulso por delante, cargada; Por la tarde: Sentadilla, tirón de arranque, tirón de cargada, Abdominales	Arranque, Segundo tiempo, Sentadilla por delante, Abdominales
5	Por la mañana: Sentadilla, tirón de arranque, tirón de cargada; Por la tarde: Arranque, Envión, Abdominales	Arranque, Envión, Sentadilla, Abdominales	Arranque de potencia, Press, Sentadilla por delante, Abdominales	Por la mañana: Muestras sanguíneas, Arranque, Fuerza con impulso por delante, Cargada; Por la tarde: Sentadilla, tirón de arranque, tirón de cargada, Abdominales	
6	Arranque, Envión, Sentadilla, Abdominales	No	Arranque, Segundo tiempo, Sentadilla, Abdominales	Por la mañana: Muestras sanguíneas, Arranque de potencia, Cargada de potencia, Press, Abdominales	Arranque, Envión, Sentadilla, Peso muerto rumano, Abdominales, Competición
7	Arranque, Envión, Sentadilla, Abdominales	No	Arranque, Envión , Sentadilla, Abdominales		

Tabla 3. *Programa de entrenamiento.*

Medición	Valores Normales	Semana 1	Semana 3	Semana 5	Semana 7
Hematocrito	36-50 %	44.18±1.28	45.33±0.63	45.60±1.84	45.60±1.18
Hemoglobina	7.8-10.5 mmol.L-1	9.41±0.29	9.60±0.17	9.84±0.39	9.62±0.29
Eritrocitos	4.1-5.6 millones por mm3	4.82±0.15	4.99±0.18	5.05±0.23	5.02 4±0.14
Leucocitos	4.0-10.5 millones por mm3	6.23±1.63	6.42±1.33	5.67±1.02	6.23±1.13
Linfocitos	14-46 %	35.62±5.21	33.17±4.34	38.90 3±7.15	34.97 5±5.23
Monocitos	4-13 %	4.47±1.40	4.72±1.79	3.23±0.95	3.08±0.92
Granulocitos	42.2-75.2 %	59.92±6.40	62.12±5.55	57.87±7.03	61.95±5.88
Plaquetas	140-415 mil por mm3	234.33±34.31	250.00±44.03	256.50±16.77	249.33±32.24

Tabla 4. *Valores normales y medias±DS para las variables hematológicas. Los números que están como superíndices indican en cual semana hay una diferencia significativa con respecto al valor presentado cuando de analizaron los datos con el análisis de varianza para mediciones repetidas con los test t de Stududent post hoc.*

Química	Valores Normales	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Sodio	135-148 mmol.L-1	141.7± 1.8	144.2 1± 1.8	145.0 12± 1.5	145.0 1± 1.55	148.3 123± 1.86	143.8 145± 1.7	143.5 3± 2.51
Dióxido de Carbono	24.9-33.1 mmol.L-1	27± 2.9	28± 1.3	27.3± 1.6	28± 1.2	29.5± 2.2	30.1 12345± 1.3	25.7 12345±6 1.0
Cloruro	96-109 mmol.L-1	101.8± 2.14	102.2± 3.43	105.8 12± 2.14	108.0 123± 1.1	106.5 12± 1.97	104.2 4± 1.97	105.5 124± 1.38
Potasio	3.5-5.3 mmol.L-1	4.3± 0.21	4.15± 0.23	4.33± 0.29	4.67 12± 0.42	4.62 123± 0.15	4.58 123± 0.3	4.4± 0.24
Nitrógeno de la urea sanguínea	0.2-9-3 mmol.L-1	5.78± 2.07	5.43± 1.71	5.78± 1.61	5.25± 1.43	5.43± 1.36	6.07± 1.75	6.07± 1.89
Bilirrubina (directa)	0.0-5.1 µm.L-1	2.39± 1.03	3.42± 0.86	3.08± 1.03	2.74± 0.68	3.25± 1.03	2.74 5± 0.51	1.71 12345±6 1.03
Bilirrubina (total)	1.7-20.5 µm.L-1	13.17± 2.74	14.88± 3.59	13.17± 3.25	12.48± 2.22	16.46± 4.96	10.43 5± 2.39	10.09 125± 1.54
Albúmina	0.6-0.8 mmol.L-1	0.75± 0.03	0.75± 0.06	0.74± 0.05	0.74± 0.03	0.83 234± 0.08	0.72 5± 0.03	0.77 45± 0.03
Creatinina	53.0-132.6 µmol.L-1	123.76± 8.84	132.60 4± 8.84	141.44 4± 17.68	132.60 4± 8.84	141.44 4± 17.68	123.76± 8.84	132.60± 17.68
Glucosa	3.6-6.3 mmol.L-1	4.99± 0.39	4.92± 0.42	5.20± 0.51	5.38± 0.44	4.60± 0.76	4.71± 0.36	4.87± 0.54
Alanina Aminotransaminasa	7-56 IU.L-1	29.7± 14.9	24.7± 11.1	26.7± 8.5	38.3± 27.4	31.5± 13.7	30.7± 14.4	25± 10.1
Aspartato Aminotransaminasa	5-40 IU.L-1	22.8± 4.9	20.5± 3.3	25.2± 7.4	29.7± 9.2	25.7± 7.3	22± 5.3	22.5± 3.7
Fosfatasa Alcalina	38-126 IU.L-1	58.8± 11.7	67.0 1± 11.2	71.7 12± 10.3	72.5 12± 13.7	71.7 1± 11.4	81.3 1234± 11.7	76.2 123± 12.5

Tabla 5. *Valores Normales y medios±SD de la química sérica. Los números en superíndices indican las semanas en las cuales hay una diferencia significativa con respecto al valor presentado cuando los valores fueron analizados con análisis de varianza para mediciones*

repetidas con test t de Student post hoc.

DISCUSION

El presente estudio investigó si el entrenamiento de la fuerza de estilo Olímpico de 6 semanas induciría cambios en el estado inmunitario de manera similar al cambio observado en el entrenamiento aeróbico intenso. Los datos obtenidos no demostraron cambios en el recuento de células inmunitarias hasta la semana 5 del experimento, cuando fue observado un pequeño pero significativo incremento en el número de linfocitos coincidente con el final de la semana de entrenamiento más intensa. El cambio fue transitorio, y los valores iniciales fueron recuperados al final de la puesta a punto de entrenamiento en la semana 7. Además, el incremento en el número de linfocitos permaneció dentro de los valores clínicos normales. Nieman et al. (12) describieron previamente respuestas inmunitarias selectivas en respuesta al ejercicio de sentadilla realizado con series múltiples hasta el fallo. Sus datos mostraron una marcada leucocitosis comprendiendo un incremento en los neutrófilos, monocitos, basófilos, y linfocitos. Similarmente, Fry et al. (4) señalaron que series agudas de entrenamiento intervalado también indujeron leucocitosis comprendiendo incrementos en los linfocitos, monocitos, y neutrófilos. En un estudio de larga duración, Kayashima et al. (9) examinaron la respuesta hematológica al agotamiento físico extremo (ejercicio aeróbico mientras se trasladaban 30-40kg) durante 4 semanas. Ellos encontraron leucocitosis prominente comprendiendo incremento en los neutrófilos y monocitos. Rall et al. (14) midieron el número de células mononucleares sanguíneas periféricas antes y después de 12 semanas de entrenamiento de la fuerza progresivo realizado dos veces por semana durante 12 semanas en poblaciones jóvenes y ancianas. Sus resultados fueron similares a los del presente estudio en que no fueron observados los cambios representativos de inmunodepresión. Bermon et al. (2) investigaron los efectos de 8 semanas de entrenamiento de la fuerza realizado con una frecuencia de 3 sesiones por semana en sujetos ancianos y previamente sedentarios y no encontraron efectos sobre la distribución de subseries de linfocitos. Fueron encontrados resultados similares por Gallagher et al. (6) después de 8 semanas de entrenamiento de intensidad moderada en hombres universitarios previamente desentrenados. Los datos previos y actuales sugieren que las alteraciones en el recuento de células inmunitarias puede no ser afectado con el entrenamiento de pesas de moderada intensidad, puede ser requerido el entrenamiento de intensidad máxima como el usado en las semanas 4 y 5 o protocolos agotadores tales como el usado por Nieman et al. (12) para inducir cambios en el recuento de células inmunitarias. Ninguno de estos datos de recuento de células inmunitarias apoya la afirmación acerca de que los ejercicios de fuerza de alta intensidad podrían causar inmunodepresión tal como es observado en el ejercicio aeróbico agotador. Si no ocurre inmunosupresión con el entrenamiento de fuerza severo, estos datos sugerirían que las alteraciones en la competencia inmunitaria estaría manifestada en forma de cambios en la función de las células inmunes en vez de en forma de cambios en el número o tipo de células.

Una observación del presente estudio que puede ser de interés clínico es la reducción en los monocitos durante las semanas 5 hasta la 7 debajo de los valores clínicos normales. Aunque estas reducciones no fueron estadísticamente significativas, las mismas estuvieron fuera de los límites clínicos y pueden garantizar futuras investigaciones. Puede haber habido una supresión de la función inmune, o el ejercicio intenso llevado a cabo puede haber conducido a daño tisular y a un incremento en el debris celular. Este incremento en los agentes quimiotácticos activos afuera del sistema vascular puede simplemente haber causado un incremento del movimiento de los monocitos desde el compartimiento vascular hacia los tejidos donde, como monocitos, los mismos llevan a cabo la limpieza y reparación de daños. El éxodo de monocitos puede ser responsable de la reducción en el número debajo de los lineamientos clínicos.

Un segundo propósito de este estudio fue proporcionar una serie bastante completa de datos de química sanguínea descriptiva para la evaluación de los mismos como potenciales indicadores de estrés del entrenamiento. El presente estudio demostró que ocurren algunos cambios en la química sérica. Algunos cambios ocurrieron relativamente rápido después del comienzo del entrenamiento, y otros cambios no ocurrieron hasta bien entrado el período experimental, coincidiendo con o después de períodos de incremento de la carga de trabajo (e.g. resistencia externa aplicada). En el presente estudio, las concentraciones de sodio, creatinina, y fosfatasa alcalina aumentaron significativamente dentro de la primera semana de entrenamiento. Datos como estos no eran esperados. Cohen et al. (3) y Taylor et al. (15) demostraron independientemente que las concentraciones de sodio se incrementaron después de una sola serie de entrenamiento de velocidad. En sus estudios, sin embargo, los incrementos en el sodio ocurrieron de manera coincidente con los incrementos en la concentración de potasio y la disminución en las concentraciones de cloruro, hallazgos que fueron de alguna manera disímiles a los de nuestro estudio.

Son escasos los estudios que describen las adaptaciones crónicas de la química sérica después de largos períodos de entrenamiento regular de pesas, los mismos usan protocolos de entrenamiento muy variables, y analizan diferentes

químicas. Aparte de de los cambios tempranos y persistentes en las concentraciones de sodio y fosfatasa alcalina, las concentraciones de potasio, cloruro, dióxido de carbono, albúmina, bilirrubina directa, y total en la sangre venosa, cambiaron en las últimas semanas de este experimento cuando se las comparó con los valores obtenidos después de 1 semana de inactividad. Los electrolitos parecieron exhibir los mayores cambios, y las respuestas parecieron ser considerablemente dependientes de la severidad del entrenamiento, con las mayores desviaciones con respecto a los valores iniciales ocurriendo después de las semanas de volúmenes e intensidad de entrenamiento máximos. Es difícil la atribución de las causas de los otros cambios químicos observados. Nuestros datos muestran que el entrenamiento de alta intensidad no alteró el nitrógeno de la urea sanguínea, pero las concentraciones de creatinina probaron ser más altas en las semanas 1 a la 5 del experimento, a pesar de que 6 sujetos tomaron suplementos de monohidrato de creatina (0.03g por kg de masa corporal) y consumieron una dieta alta en proteínas reportada por si mismos durante toda la duración del estudio. Una de las investigaciones previas más completas, un estudio de caso sobre el efecto de un programa de fisicoculturismo sobre la química sanguínea, mostró que las concentraciones de nitrógeno de la urea sanguínea y creatinina fueron más altas durante 4 semanas de entrenamiento de baja intensidad que después de 5 semanas de recuperación (18), un hallazgo en oposición con los del presente estudio. Esta disimilitud podría ser atribuida a la estructura diferente de una carga de trabajo característica de fisicoculturismo en comparación con el programa de estilo Olímpico investigado aquí. La bilirrubina total y directa, y los marcadores de la función hepática disminuyeron después de la semana 6 del presente experimento, mientras que el estudio de fisicoculturismo de Too et al. (16) no mostró cambios en las concentraciones de bilirrubina tal como lo hizo el trabajo de Gallagher et al. (6). Los últimos hallazgos químicos significativos reportados aquí fueron (a) un incremento en la fosfatasa alcalina que comenzó en la semana 2 y continuó, alcanzando los niveles más altos en las semanas 6 y 7, un hallazgo similar a los datos de investigaciones anteriores (5), y (b) un incremento significativo en la albúmina en las semanas 5 y 7.

El presente estudio demuestra que el entrenamiento de sobrecarga de estilo Olímpico usando intensidades moderadas a máximas durante varias semanas va a provocar cambios limitados en el recuento de células inmunitarias y en la química sérica. Estos cambios, sin embargo, probablemente representan adaptaciones saludables a este modo de ejercicio, debido a que la función inmune no parece ser negativamente alterada, ni la función renal, la función hepática, o balance electrolítico parecen estar clínicamente comprometidos, debido a que los resultados permanecieron dentro de los valores clínicos normales.

Aplicaciones Prácticas

La salud de los atletas que llevan a cabo entrenamiento intenso para la competición constituyen una preocupación para cada entrenador y atleta. Ha sido propuesto que el entrenamiento intenso altera la función inmune y deja a los atletas susceptibles para las infecciones del tracto respiratorio superior. Este estudio sugiere que el entrenamiento de sobrecarga de estilo Olímpico intenso no induce inmunosupresión cuando se evalúa el recuento de células inmunitarias. Este estudio también probó los marcadores sanguíneos de estrés de entrenamiento que podrían ser explotados como medios de identificación de síndrome de sobreentrenamiento a corto plazo y de síndrome de sobreentrenamiento. Aunque algunos valores de la química sérica no parecen responder a los períodos de incremento de la carga de entrenamiento, con la magnitud de los resultados provocados siendo significativamente diferente, nosotros encontramos que muchos cambios ocurrieron en patrones no relacionados a la carga de trabajo o fueron probablemente muy pequeños para permitir su uso efectivo en esta manera.

Agradecimientos

Este proyecto fue apoyado en parte por una beca de la facultad para el desarrollo de la Universidad Estatal de Midwestern.

Dirección para envío de Correspondencia

Dr. J.L. Kilgore, correo electrónico: lon.kilgore@mwsu.edu

REFERENCIAS

1. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1995). ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription (5th ed). *Baltimore: Williams & Wilkins*
2. Bermon, S., P. Philip, P. Ferrari, M. Candito, and C. Dolisi (1999). Effects of a short-term strength training programme on lymphocyte subsets at rest in elderly humans. *Eur. J. Appl. Physiol. 79:336340*
3. Cohen, N.D., A.J. Roussel, J.H. Lumdsen, A.C. Cohen, E. Grift, and C. Lewis (1993). Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred racehorses following strenuous exercise during training. *Can. J. Vet. Res. 57:913*

4. Fry, R.W., A.R. Morton, G.P.M. Crawford, and D. Keast (1992). Cell numbers and in vitro responses of leukocytes and lymphocyte subpopulations following maximal exercise and interval training sessions of different intensities. *Eur. J. Appl. Physiol. 64:218–227*
5. Fujimura, R., N. Ashizawa, M. Watanabe, N. Mukai, H. Amagai, T. Fukubayashi, K. Hayashi, K. Tokuyama, and M. Suzuki (1997). Effect of resistance exercise training on bone formation and resorption in young male subjects assessed by biomarkers of bone metabolism. *J. Bone Miner. Res. 12:656–662*
6. Gallagher, P.M., J.A. Carrithers, M.P. Godard, K.E. Schulze, and S.W. Trappe (2000). Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ingestion, part II: Effects on hematology, hepatic and renal function. *Med. Sci. Sports Exerc. 32:2116–2119*
7. Jones, L. (1994). USWF Coaching Accreditation Club Coach Manual. [Revision]. *Colorado Springs, CO: United States Weightlifting Federation*
8. Kayashima, S., H. Ohno, T. Fujioka, N. Taniguchi, and N. Nagata (1995). Leucocytosis as a marker of organ damage induced by chronic strenuous physical exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. 70:413–420*
9. Lehmann, M., H.H. Dickhuth, G. Gendrisch, W. Lazar, M. Thum, R. Kaminski, J.F. Aramendi, E. Peterke, W. Weiland, and J. Keul (1991). Training-overtraining. A prospective, experimental study with experienced middle- and long distance runners. *Int. J. Sports Med. 12:444–452*
10. Nieman, D.C (1997). Exercise immunology: Practical applications. *Int. J. Sports Med. 18: (Suppl. 1). 91–100*
11. Nieman, D.C., D.A. Henson, C.S. Sampson, J.L. Herring, J. Suttles, M. Conley, M.H. Stone, D.E. Butterworth, and J.M. Davis (1995). The acute immune response to exhaustive resistance exercise. *Int. J. Sports Med. 16:322–328*
12. Nieman, D.C., and B.K. Pedersen (1999). Exercise and immune function. *Recent developments. Sports Med. 27:73–80*
13. Rall, L.C., R. Roubenoff, J.G. Cannon, L.W. Abad, C.A. Dinarello, and S.N. Meydani (1996). Effects of progressive resistance training on immune response in aging and chronic inflammation. *Med. Sci. Sport Exerc. 28:1356–1365*
14. Taylor, L.E., P.L. Ferrante, D.S. Kronfeld, and T.N. Meacham (1995). Acid-base variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high-fat diet. *J. Anim. Sci. 73:2009–2018*
15. Too, D., E.J. Wakayama, L.L. Locati, and G.E. Landwer (1998). Effect of a precompetition bodybuilding diet and training regimen on body composition and blood chemistry. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 38:245–252*
16. Verkhoshansky, Y.I. Programming and Organization of Training (1988). Moscow, Russia: Fizkultura I Spovt publishers, 1985. [Translation by Andrew Charniga, Livonia. *MI: Sportivny Press*
17. Woods, J.A., J.M. Davis, J.A. Smith, and D.C. Nieman (1999). Exercise and cellular innate immune function. *Med. Sci. Sports Exerc. 31:57–66*
18. Yakovou, C. Preparatory program of the Greek Olympic weightlifting team (Competitive Period 1996) (1997). In: Proceedings of the Weightlifting Symposium. *Budapest, Hungary, International Weightlifting Federation. pp. 106–112*

Cita Original

J. Lon Kilgore, Glenn W. Pendlay, Jacob S. Reeves, y Tommi G. Kilgore. Bell. Serum Chemistry and Hematological Adaptations to 6 Weeks of Moderate to Intense Resistance Training. J. Strength Cond. Res.; 16 (4), 509-515, 2002