

Research

Efectos de la Suplementación con Picolinato de Cromo sobre la Composición Corporal y el Rendimiento Muscular en Luchadores

Debra A Bemben¹, Michael G Bemben¹, Allen W Knehans¹ y Walter S Lance¹

¹Neuromuscular Research Laboratory, Department of Health and Sports Sciences, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, Estados Unidos.

RESUMEN

Propósito: El propósito de este estudio fue valorar los efectos de 14 semanas de suplementación con picolinato de cromo durante las 16 semanas finales del programa de pretemporada para el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento sobre la composición corporal y el rendimiento neuromuscular en luchadores de la División I de la NCAA. Durante esta fase del entrenamiento, los luchadores están interesados principalmente en mejorar su rendimiento físico y sus técnicas de lucha y no realizan prácticas agudas y severas para la pérdida de peso corporal, tales como las observadas previamente a una competencia. **Métodos:** En este estudio doble ciego, aleatorio y controlado con placebo participaron 20 luchadores de la Universidad de Oklahoma los cuales fueron asignados a un grupo tratamiento (Cr^{3+} , $n=7$; 20.4 ± 0.1 años) que recibieron 200 μg de picolinato de cromo diariamente, a un grupo placebo (P; $n=7$; 19.9 ± 0.2 años) o a un grupo control (C; $n=6$; 20.2 ± 0.1 años) utilizando una técnica estratificada de aleatorización basada en la clasificación por pesos. Antes e inmediatamente después del período de suplementación y entrenamiento se midieron la composición corporal, el rendimiento neuromuscular, el rendimiento metabólico, y las concentraciones séricas de insulina y glucosa. **Resultados:** Los análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas no indicaron cambios significativos en la composición corporal para ninguno de los grupos. La potencia aeróbica se incrementó significativamente ($p < 0.002$) en todos los grupos, independientemente de la suplementación. Se halló una interacción significativa de la prueba y una interacción significativa grupo \times prueba para la resistencia del tren superior ($p=0.038$) y para la potencia relativa en el ejercicio de press de banca ($p=0.05$). Los análisis post hoc revelaron que el grupo C presentó un incremento en la resistencia del tren superior ($p=0.006$), pero ninguno de los cambios en la potencia relativa en el ejercicio de press de banca entre la medición pre- y la medición post-tratamiento fue significativo. **Conclusiones:** Estos resultados sugieren que la suplementación con picolinato de cromo acoplada a un programa de entrenamiento físico de pretemporada no provoca mejoras en las variables de composición corporal o de rendimiento muscular más allá de las mejoras observadas con el entrenamiento por si solo.

Palabras Clave: minerales traza, anabolismo muscular, ayudas ergogénicas, potenciación insulínica

INTRODUCCION

Los entrenadores y atletas están continuamente buscando las vías para ganar un “margen” para incrementar el rendimiento deportivo a través de la utilización de diversas sustancias ergogénicas y a través de la suplementación nutricional (11). Recientemente la utilización de la suplementación con minerales traza en atletas se ha popularizado debido a las numerosas investigaciones altamente publicitadas que implican que la suplementación con picolinato de cromo (Cr) conjuntamente con el entrenamiento de la fuerza para mejorar la composición corporal e incrementar el rendimiento deportivo (12, 17-19).

El cromo es un elemento esencial con funciones en el metabolismo de los carbohidratos, de las proteínas y de los lípidos y en la regulación de la homeostasis de la glucosa, potenciando los efectos de la insulina (4, 9, 30). De acuerdo con el Consejo Nacional de Investigación, el nivel seguro y aceptable de ingesta de Cr es de 1-4 $\mu\text{mol}/\text{día}$ (50-200 $\mu\text{g}/\text{día}$) (25). Se ha hipotetizado que el rol del cromo en la mejora de la actividad de la insulina resulta en un incremento en la absorción de aminoácidos y en la síntesis de proteínas a partir de estos, en una reducción de la degradación de proteínas musculares, y en una mejora en la eficiencia de la deposición de lípidos en el tejido adiposo (12, 22); sin embargo, los mecanismos exactos continúan siendo desconocidos (199, 22, 30). Debido a que la ingesta dietaria de Cr en los Estados Unidos puede ser menor a la óptima (6, 30), podría ser ventajoso para los atletas preocupados en incrementar o mantener la masa magra y/o en reducir la grasa corporal, mantener los niveles adecuados de ingesta de Cr en su dieta.

Los luchadores de nivel universitario deben manipular constantemente la composición corporal para maximizar su rendimiento deportivo, y por lo tanto tienden a evitar alimentos altos en Cr, tales como aquellos altos en grasas saturadas y sodio (6, 29). Los estudios también indican que las series repetidas de ejercicio vigoroso pueden incrementar significativamente la excreción urinaria de Cr, lo cual puede derivar en la depleción de las reservas corporales del mismo (3, 8). Por esta razón, parecería apropiado para estos atletas, suplementar sus dietas con picolinato de Cr para reducir la grasa corporal no deseada mientras se mantiene o, en algunos casos, se incrementa la masa magra corporal.

El efecto de la suplementación con Cr en atletas no ha sido adecuadamente examinado, y no existen datos concluyentes que impliquen una relación entre la suplementación con cromo y las variables de rendimiento, tales como la fuerza, la potencia anaeróbica y/o la potencia aeróbica. En humanos, numerosos estudios han demostrado el éxito de la suplementación con Cr para mejorar la tolerancia a la glucosa en diabéticos (15, 23, 32) y en sujetos con reducida tolerancia a la glucosa (3, 20), y para mejorar el anabolismo proteico en individuos con mala nutrición (1, 5, 32). Sin embargo, otros estudios han mostrado reducciones (26) o no han mostrado cambios (5) en los niveles de grasa corporal luego de la suplementación con Cr en estas mismas poblaciones específicas. Aunque unos pocos estudios recientes han demostrado alteraciones deseables en la composición corporal con la suplementación con Cr conjuntamente con la realización de programas para el entrenamiento de la fuerza, estos estudios tienen problemas importantes en sus diseños experimentales tales como períodos de suplementación relativamente cortos (6 semanas), la no evaluación de el rendimiento neuromuscular (13), y la utilización exclusiva de mediciones de pliegues cutáneos y de ecuaciones de predicción antropométricas derivadas para poblaciones normales (en lugar de utilizar ecuaciones para atletas de elite de deportes específicos), que pueden haber confundido estos hallazgos. Por otro lado, los estudios que han reportado no observar efectos positivos de la suplementación con Cr no han utilizado grupos de control en su diseño metodológico, solo han utilizado períodos de suplementación cortos y han utilizado test no específicos para evaluar la fuerza, por lo que han fallado en replicar el modo de entrenamiento de los atletas (10). Además, no existen datos concluyentes respecto de la suplementación con Cr en atletas respecto de la potencial mejora en los parámetros fisiológicos de rendimiento específicos del deporte, tales como la potencia neuromuscular y metabólica, o sobre las alteraciones en los metabolitos sanguíneos relacionados con el rendimiento deportivo tales como la glucosa y la insulina. Asimismo, del interés obvio por el rendimiento físico, es importante documentar el potencial uso de la suplementación con cromo sobre el manejo del peso corporal a largo plazo. Por lo tanto el propósito del presente estudio fue valorar los efectos de 14 semanas de suplementación con picolinato de Cr combinada con un programa para el entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento característico de la pretemporada sobre la composición corporal y el rendimiento neuromuscular en luchadores universitarios de la División I de la NCAA. Se hipotetizó que este tratamiento dual de suplementación y ejercicio podría mantener y/o incrementar la masa magra corporal, reducir la grasa corporal e incrementar el rendimiento físico más allá de los niveles de adaptación observados solo con el entrenamiento.

METODOS

Sujetos

Veinte (20) hombres, luchadores de nivel universitario de la División I de la NCAA (edad 18-23 años) pertenecientes a la Universidad de Oklahoma participaron en este estudio. Luego de realizar una serie de preguntas acerca del uso previo y/o actual de ayudas ergogénicas, dos individuos fueron excluidos del estudio. Todos los participantes estuvieron también sujetos a que se le realizaran test para la detección de drogas en forma aleatoria durante el período del estudio, los cuales fueron llevados a cabo tanto por la Universidad de Oklahoma como por la NCAA. La aprobación para la utilización de sujetos humanos fue provista por el Comité de Revisión Institucional para la Utilización de Sujetos Humanos y se obtuvo además el consentimiento escrito de todos los sujetos antes de comenzar el período de evaluaciones.

Suplementación con Cromo

El diseño del presente estudio fue doble ciego, controlado con placebo y aleatorio. Los luchadores fueron inicialmente agrupados de acuerdo con la clasificación por peso (± 3 kg) y luego fueron aleatoriamente asignados a un grupo tratamiento (Cr^{3+} , suplemento de cromo), a un grupo placebo (P; difosfato de sodio), o a un grupo control (C; sin suplementos) utilizando la técnica de muestreo aleatorio estratificado. Esto permitió que para cada uno de los miembros del grupo tratamiento hubiera una cohorte en cada uno de los otros dos grupos que estuviera en la misma categoría de peso. El grupo experimental recibió 200 μg de Cr en la forma de capsulas de gel de picolinato de Cr una vez al día, 7 días a la semana, durante las 14 semanas que duró el período de suplementación. Este nivel de suplementación no excedió el nivel seguro y aceptable de 1-4 $\mu\text{mol}/\text{día}$ (50-200 $\mu\text{g}/\text{día}$) (25). El grupo de sujetos asignados aleatoriamente al grupo placebo (P) recibió capsulas de gel de placebo que contenían difosfato de sodio, las cuales parecían idénticas a las consumidas por el grupo tratamiento. Los suplementos y el placebo fueron preparados por el Colegio de Farmacéuticos, habiendo cumplido con todos los requerimientos para la preparación de suplementos a ser utilizados por sujetos humanos. Tanto las cápsulas de gel del suplemento de picolinato de Cr como las del placebo fueron distribuidas diariamente durante la semana luego de las sesiones de entrenamiento llevadas a cabo por la tarde. Los paquetes (dos cápsulas) para los fines de semana fueron distribuidas los días viernes, y cada sujeto fue instruido acerca de la importancia de ingerir solo una cápsula por día tanto el sábado como el domingo. Cada sujeto también fue instruido para que consumiera dos cápsulas luego de cualquier día perdido durante el fin de semana. El cumplimiento de los sujetos tanto con la suplementación como con el entrenamiento durante la semana fue monitoreado diariamente por el equipo de investigación.

Programa de Entrenamiento de Pretemporada

Todos los sujetos participaron de un programa progresivo para el entrenamiento de la fuerza y para el acondicionamiento metabólico durante las 14 semanas que duró el estudio. Este programa de entrenamiento fue diseñado utilizando el modelo de rutinas partidas para 4 días a la semana y fue desarrollado específicamente para que coincidiera con las fechas de evaluación pre- y post-entrenamiento. El programa de sobrecarga fue diseñado utilizando el concepto de periodización y siguiendo un modelo básico de 14 microciclos con asignaciones de repeticiones y cargas necesarias para el desarrollo de la fuerza, la potencia y para el incremento de la masa magra corporal. Este ciclo particular de entrenamiento fue dividido en mesociclos de 4 semanas, cada uno diseñados para provocar adaptaciones fisiológicas específicas a través de la manipulación del volumen lo cual se llevó a cabo ajustando las cargas y las repeticiones. Este programa de entrenamiento también permitió la realización de dos períodos de evaluación de 1 semana al comienzo y al final del estudio. Las sesiones para cada atleta fueron idénticas en lo que se refiere al tipo, progresión y orden de los ejercicios incluidos en cada uno de los días y difirió únicamente en las cargas que debían levantar los sujetos lo cual se basó en los valores de 1RM pre-entrenamiento y en el peso corporal. En un día cualquiera, la sesión de entrenamiento consistió de aproximadamente 10 levantamientos para los grupos musculares del tren superior o inferior y se incluyeron ejercicios multiarticulares para grandes masas musculares, tales como prensa de piernas, press de banca y cargadas de potencia, y también se realizaron ejercicios suplementarios tales como curl de bíceps, flexiones de rodilla y extensiones de rodilla. Se requirió que los sujetos asistieran a todas las sesiones de entrenamiento para permanecer dentro de la muestra. El cumplimiento con el entrenamiento fue monitoreado diariamente por el equipo de entrenadores de la fuerza y acondicionamiento y por el equipo de investigadores, y aquellos individuos que faltaran a más de tres sesiones durante el transcurso del estudio fueron eliminados de la muestra. El entrenamiento para el acondicionamiento metabólico fue llevado a cabo 3 días a la semana, separadamente del programa de entrenamiento de sobrecarga. Este entrenamiento incluyó carreras de larga duración (2 millas) diseñadas para incrementar la resistencia cardiovascular, entrenamientos fraccionados de sprints en distancias medias y luchas de práctica cronometradas para estresar el sistema anaeróbico láctico, y ejercitaciones de lucha explosivas específicas de corta duración (4-10 segundos) diseñadas para estresar el sistema anaeróbico aláctico.

Programa de Evaluaciones

La evaluación inicial fue llevada a cabo en un período de 10 días antes del comienzo del período de suplementación; sin embargo, antes de llevar a cabo la evaluación, los sujetos realizaron 3 semanas de entrenamiento. Este período de entrenamiento fue utilizado para ayudar a controlar las posibles mejoras en las variables neuromusculares y/o de composición corporal que resultaran del aprendizaje motor o del reacondicionamiento en los atletas que retornaban de diferentes programas de entrenamiento realizados durante el verano. Todas las evaluaciones se completaron sin que

ninguno de los sujetos experimentara las pérdidas agudas de peso característicamente observadas en los luchadores cuando se preparan para una competición.

Registros Dietarios

Las ingestas dietarias diarias fueron estimadas, durante el período de tratamiento de 14 semanas, utilizando los registros dietarios de 3 días previos a cada período de recolección de datos. Cada sujeto recibió instrucciones en forma individual de un nutricionista registrado acerca de cómo registrar apropiadamente la información nutricional. Durante la instrucción se puso énfasis en que los sujetos detallaran adecuadamente los alimentos consumidos y que dieran estimaciones acerca del tamaño de las porciones consumidas. Los registros dietarios fueron analizados para determinar el contenido de nutrientes y minerales utilizando el programa *Nutritionist IV*. El consumo dietario para el período de suplementación fue también monitoreado por un nutricionista registrado que supervisó el menú diario del establecimiento atlético universitario, y cualquier desviación dietaria significativa de cualquiera de los sujetos durante el curso del estudio fue documentada.

Evaluación de la Fuerza y la Resistencia

Esta parte de la evaluación fue completada en el complejo de Entrenamiento de la Fuerza y Acondicionamiento de la Universidad de Oklahoma bajo la directa supervisión del investigador principal y del equipo de entrenadores de la OU. Las áreas valoradas incluyeron la resistencia absoluta del tren superior (máxima cantidad de repeticiones con una carga constante en el ejercicio de remo sentado), la resistencia absoluta del tren inferior (máxima cantidad de repeticiones con una carga constante en el ejercicio de prensa de piernas), potencia muscular global (cargadas de potencia), y fuerza máxima del tren superior (1 RM en press de banca). Estas mediciones del rendimiento muscular fueron elegidas debido a que estos movimientos son considerados específicos del deporte, que reproducen, lo más cercanamente posible, tanto los sistemas energéticos como los movimientos físicos utilizados en la lucha competitiva. Todas las evaluaciones de la fuerza y la resistencia siguieron la misma progresión (cargadas de potencia, press de banca, prensa de piernas, remo sentado, tanto en la sesión pre-entrenamiento como en la sesión post-entrenamiento y cada test estuvo separado por un período de recuperación no más corto de 5 min. Todos los levantamientos se realizaron siguiendo procedimientos estandarizados los cuales fueron seguidos por cada atleta y monitorizados por el equipo de entrenadores e investigadores.

Potencia Muscular Pico

La potencia del tren superior e inferior también fue medida para documentar la efectividad de la fase de potencia en el ciclo de entrenamiento de los equipos. La producción de potencia de los extensores del codo y del hombro y de los extensores de la cadera (press de banca y prensa de piernas) fue valorada para cada sujeto utilizando un press de banca Cybex Smithpress (Owatonna, MN) y una prensa para piernas Icarion (Sun Valley, CA) y la técnica de acelerometría. Tanto en la barra del press Smith como en la plataforma para las piernas de la prensa se montó un acelerómetro piezoresistivo (ICSensors, Milpitas, CA, model 3145; sensibilidad=410 mV/g @ 100 Hz; Frecuencia=0.32 Hz). El acelerómetro, en serie con un tablero A/D, recolectó los datos a intervalos de 2 ms y la potencia (W) en cada intervalo fue determinada multiplicando la integral de la aceleración, la velocidad, por la masa levantada y su aceleración, dando cuenta de la gravedad ($P = v m a$). La potencia en el ejercicio de press de banca fue medida utilizando una carga del 60% de la repetición máxima del sujeto (1RM) valorada previamente, y la potencia en el ejercicio de prensa de piernas fue valorada utilizando una carga igual al doble de la masa corporal del sujeto (kg).

Composición Corporal

La composición corporal fue valorada para documentar cambios en la masa libre de grasa y en la masa grasa que pudieran ser atribuidos a la suplementación con cromo. La valoración de la composición corporal fue llevada a cabo utilizando el método hidodensitométrico y utilizando técnicas antropométricas antes e inmediatamente después del período de suplementación de 14 semanas. Se eligió el pesaje subacuático como uno de los métodos de valoración, debido a que las investigaciones previas solo utilizaron técnicas antropométricas para documentar la eficacia de la suplementación con cromo (12, 17, 18). Los parámetros de masa corporal total, masa magra corporal y masa grasa corporal fueron determinados utilizando estos protocolos de evaluación. Todos los sujetos fueron pesados hidrostáticamente en horas de la mañana luego de que estos ayunaran durante la noche. Se le pidió a cada sujeto que realice una exhalación completa mientras era sumergido en agua estando este apoyado solo en el soporte de inmersión cuyo peso fue tomado en cuenta y registrado como "tara" antes del test. Se le proporcionó a los sujetos al menos seis pruebas para producir el mayor peso subacuático posible, el cual fue registrado en libras y convertido a kilogramos para la posterior estimación de la densidad corporal. La capacidad vital pulmonar fue medida utilizando un espirómetro *Single Breath Wedge* (Vitalograph 122000, Hans Rudolph Inc., Kansas City, MO), y el volumen residual funcional pulmonar (RV) fue estimado multiplicando la capacidad vital por 0.24 (35). Para cada sujeto se registró el mayor valor en tres pruebas separadas. Aunque es preferible la medición directa del volumen residual pulmonar, con la técnica de estimación previamente mencionada se ha documentado un error de solo 0.003 g/cm³ en luchadores universitarios (27). El porcentaje de grasa fue estimado

utilizando la densidad corporal (28). También se realizaron mediciones de pliegues cutáneos y de los perímetros corporales para determinar los posibles cambios en el tejido adiposo subcutáneo y/o en la circunferencia de las extremidades. Los nueve sitios utilizados para la medición de los pliegues cutáneos fueron el abdominal, bicipital, pecho/pectoral, pantorrilla medial, medio axilar, subescapular, suprailíaco, muslo anterior y tricípital. Las mediciones de los perímetros fueron realizadas en 10 sitios incluyendo abdomen, la pantorrilla, el antebrazo, cadera/glúteos, brazo, cintura, muslo, hombros, pecho y cuello. Cada medición fue obtenida por triplicado y todas las mediciones antropométricas fueron llevadas a cabo por el mismo investigador tanto en la sesión pre-entrenamiento como en la sesión post-entrenamiento siguiendo los protocolos de medición del ACSM (2).

Rendimiento Metabólico

Para examinar la aptitud cardiovascular general de los sujetos se estimó la potencia aeróbica máxima (VO_2 pico) utilizando el protocolo de Bruce en cinta ergométrica y el tiempo total del test antes de que el sujeto llegara al agotamiento (14). La potencia anaeróbica pico (AnP) y la capacidad anaeróbica máxima (AnC) fueron valoradas utilizando el test de Wingate de 30 segundos en cicloergómetro siguiendo cálculos y procedimientos estandarizados (13). Estas mediciones del rendimiento anaeróbico reflejan el sistema energético predominante utilizado durante la lucha. La potencia aeróbica máxima, la AnP y la AnC fueron calculadas en forma relativa a la masa corporal total de los sujetos en kilogramos (kg).

Grupo	Edad (años)	WT (kg)	Insulina (μ UI/mL)	Glucosa (mg/dL)	%Grasa	LBM (kg)	SF Σ 9 (mm)	CIRC Σ 10 (cm)
Cr ³⁺	20.4 \pm 0.1	74.0 \pm 3.5	11.6 \pm 2.4*	101.2 \pm 7.9	7.6 \pm 1.9	68.3 \pm 3.1	70.0 \pm 5.1	697.4 \pm 10.6
P	19.9 \pm 0.21	72.0 \pm 3.5	7.1 \pm 1.3	91.0 \pm 6.6	8.8 \pm 1.4	65.3 \pm 2.1	71.5 \pm 8.4	687.7 \pm 13.9
C	20.2 \pm 0.1	69.7 \pm 1.5	7.4 \pm 0.7	85.8 \pm 1.8	9.1 \pm 1.8	63.3 \pm 1.4	82.9 \pm 11.6	65.8 \pm 7.8

Tabla 1. Características de los sujetos al inicio del estudio. Los datos se presentan como valores medios \pm EE. Cr³⁺, grupo suplementación con picolinato de cromo (grupo tratamiento); P, grupo placebo; C, grupo control; LBM, masa magra corporal; SF, pliegues cutáneos; CIRC, circunferencias corporales. * Diferencia significativa entre los grupos ($p < 0.05$) siendo el valor en el grupo Cr³⁺ significativamente mayor que el de los grupos P y C.

Análisis de la Química Sanguínea

Para examinar la afirmación de que la suplementación con cromo puede incrementar la sensibilidad a la insulina y en definitiva afectar la absorción de glucosa en los atletas, se determinaron las concentraciones sanguíneas en reposo y ayuna de glucosa e insulina. Las muestras de sangre fueron obtenidas utilizando la técnica de venipuntura y fueron recolectadas en dos tubos Vacutainer (Becton Dickinson, Rutherford, NJ) que contenían fluoruro de sodio y oxalato de potasio en las fases pre- y post-evaluación de la sesión de evaluación del rendimiento neuromuscular. Una vez obtenida, cada muestra fue almacenada en hielo y transportada al Laboratorio de Bioquímica de Ciencias de la Salud y el Deporte de la OU en donde cada muestra fue centrifugada durante 10 minutos. El suero fue separado en alícuotas y congelado a -20 °C para los subsiguientes análisis para determinar las concentraciones de insulina (μ UI/mL) y de glucosa (mg/dL). Todos los ensayos fueron llevados por duplicado. Las concentraciones de glucosa en sangre fueron determinadas utilizando la técnica enzimática calorimétrica con instrumental Sigma Diagnostics (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO). Las concentraciones de insulina fueron determinadas por radioinmunoensayo utilizando una fase sólida ¹²⁵I Coat-A-Count (Diagnostic Products Corporation, St. Louis, MO). La sensibilidad de este instrumental para la determinación de la concentración de insulina es de 1.2 μ UI/mL. Todas las muestras séricas fueron medidas en un solo ensayo para eliminar la variación interensayo.

Análisis Estadísticos

Todos los datos se reportan como valores medios \pm EE. Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo utilizando el programa SAS. La estadística descriptiva para las variables dependientes fue computada utilizando el procedimiento de medias del SAS. Los porcentajes de cambio en los valores grupales medios fueron calculados como la media post-entrenamiento menos la media pre-entrenamiento dividido por la media pre-entrenamiento y multiplicado por 100. Para determinar si existían diferencias entre los grupos, las pruebas y la posible existencia de una interacción grupo por prueba se utilizó el análisis de varianza ANOVA de dos vías (grupo \times prueba) para mediciones repetidas. Para minimizar la tasa de error Tipo I se utilizó el procedimiento estadístico t de Bonferroni para ajustar el nivel alfa global en base al número de las

múltiples comparaciones realizadas. La significancia estadística para todos los datos se estableció a $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Análisis Descriptivos

La Tabla 1 presenta los datos descriptivos de cada grupo antes del estudio. No se hallaron diferencias significativas entre ninguno de los tres grupos la comienzo del estudio respecto de la edad, talla, peso, composición corporal, capacidad aeróbica pico, ingesta nutricional o en las variables de rendimiento neuromuscular.

Análisis Dietarios

La ingesta dietaria diaria de Cr fue medida (en microgramos por día) durante los períodos de evaluación pre- y post-entrenamiento. Las ingestas dietarias de Cromo al inicio ($p=0.619$) y luego del período de suplementación y entrenamiento de 14 semanas ($p=0.971$) fueron similares en los tres grupos (Tabla 2). Sin embargo, se halló un efecto significativo de la prueba ($p=0.003$) ya que cada grupo mostró una reducción en la ingesta dietaria de cromo desde la evaluación pre a la evaluación post entrenamiento. La reducción más dramática (55%) fue observada en el grupo Cr^{3+} , mientras que los otros dos grupos experimentaron una reducción del 48% a partir de los valores pre-entrenamiento. Los registros de las ingestas dietarias diarias también revelaron que no hubo diferencias significativas entre los grupos respecto de la ingesta calórica total o en el porcentaje de calorías derivadas de los diferentes grupos de nutrientes. Fue interesante observar que la ingesta calórica diaria total tendió a reducirse en un 18% para el grupo placebo (P) y en un 12% para el grupo control (C), mientras que se observó un incremento del 26% en la ingesta calórica del grupo tratamiento (Cr^{3+}) entre la evaluación pre- y post-entrenamiento.

Grupo	Parámetro	Pre	Post
Grupo picolinato de Cr			
	Kcal totales	1880 ± 280	2376 ± 304
	% CHO	56 ± 9	59 ± 10
	% PRO	19 ± 4	18 ± 4
	% GRSA	27 ± 5	24 ± 1
	Cromo (µg/día)	95 ± 20	43 ± 33*
Grupo Placebo			
	Kcal totales	20091 ± 147	1834 ± 207
	% CHO	54 ± 6	57 ± 6
	% PRO	16 ± 2	19 ± 2
	% GRSA	28 ± 1	25 ± 4
	Cromo (µg/día)	50 ± 11	26 ± 9
Grupo Control			
	Kcal totales	2216 ± 539	1829 ± 330
	% CHO	50 ± 12	56 ± 1
	% PRO	16 ± 4	17 ± 2
	% GRSA	28 ± 5	28 ± 6
	Cromo (µg/día)	77 ± 20	40 ± 12*

Tabla 2. Perfiles dietarios de los tres grupos experimentales. Los valores son medias ± EE. %CHO, %PRO, %GRASA, porcentaje de calorías derivado de los carbohidratos, las proteínas y las grasas, respectivamente. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$) ni interacciones significativas ($p > 0.05$). *Diferencia significativa entre el valor pre y post entrenamiento ($p \leq 0.05$).

No se hallaron diferencias significativas entre o dentro de los tres grupos respecto de los cambios relativos observados en la ingesta de nutrientes como un porcentaje de la ingesta calórica diaria total (Tabla 2); sin embargo, se pudieron identificar ciertas tendencias interesantes. La ingesta de carbohidratos (expresada como porcentaje de las calorías diarias

derivadas de los carbohidratos) tendió a incrementarse en todos los grupos, en un rango del 5% para el grupo Cr³⁺ (desde 56 ± 9% al 59 ± 10%), del 6% en el grupo P (54±6% a 57±6%) y del 12% en el grupo C (desde 50±12% al 56±1%). También se observó una reducción del 5% en el consumo de proteínas para el grupo Cr³⁺ entre la evaluación pre y post entrenamiento (19±4% al 18±4%), mientras que tanto el grupo P como el grupo C mostraron un incremento en el consumo de proteínas que estuvo en el rango del 6% para el grupo C (1± 4% al 17±2%) al 19% en el grupo P (16±2% al 19±2%). El porcentaje de calorías diarias derivado de la ingesta dietaria de grasas se redujo tanto en el grupo Cr³⁺ (27±5% al 24±1%) como en el grupo P (28±1% al 25±4%), lo que representó una reducción del 11% en ambos grupos entre la evaluación pre y la evaluación post entrenamiento, mientras que el porcentaje de calorías diarias derivado de la ingesta de grasa se mantuvo relativamente sin cambios en el grupo C.

Perfiles de la Química Sanguínea

Las concentraciones de insulina en reposo previas a la suplementación fueron significativamente diferentes entre los grupos (p=0.014) observándose una concentración significativamente mayor de insulina en el grupo Cr³⁺ (11.60±2.39 vs. 7.11±1.33 (P) y 7.38±0.72 (C)); sin embargo, ninguno de los grupos experimentó un cambio significativo en la concentración de insulina en ayunas en comparación con los niveles pre entrenamiento (p=0.571). Además, no se hallaron diferencias grupales o entre las pruebas respecto de la concentración sérica de glucosa en ayunas (p=0.49) antes o después del tratamiento.

Composición Corporal

El análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas indicó que no hubo diferencias significativas entre las pruebas de pesaje subacuático (las 3 pruebas que arrojaron los mayores valores), los valores de los pliegues cutáneos (3 mediciones por sitio) o en las circunferencias corporales (3 mediciones por sitio). Por lo tanto, el número expresado como valores para cada una de estas variables son los valores medios de las tres pruebas.

No se halló un efecto significativo del grupo, la prueba, o una interacción significativa grupo × prueba respecto del peso corporal la masa magra corporal, el porcentaje de grasa corporal o la masa grasa. Los tres grupos mostraron una modesta reducción (p=0.150) en el peso corporal a partir de los valores pre entrenamiento (Cr³⁺, 74.03±3.50 a 73.46±3.45; P, 71.95±3.32 a 70.13±2.88; y C, 69.69±1.48 a 68.55±1.58). Similarmente, el porcentaje de grasa corporal y la masa grasa (kg) no fueron significativamente diferentes entre los grupos (p=0.680 y p=0.851, respectivamente) o las pruebas (p=0.106 y p=0.100, respectivamente) (Figura 1). La masa magra corporal también permaneció relativamente sin cambios en todos los grupos y no se observaron diferencias significativas entre los grupos (p=0.245) o entre los valores pre y post entrenamiento (p=0.992) (Figura 1).

En los tres grupos se observó una reducción estadísticamente significativa entre los valores pre y post entrenamiento tanto para los pliegues cutáneos (p=0.021) como para las circunferencias corporales (p=0.007). El porcentaje medio de reducción en el grosor de los pliegues cutáneos fue del 13.4% y en un rango que fue desde una reducción del 10.2% en el grupo P a una reducción del 18.7% en el grupo C. El porcentaje medio de reducción en las mediciones de las circunferencias corporales fue del 1.9% con un rango que fue desde una reducción del 1.8% en los grupos Cr³⁺ y P a una reducción del 2.1% en el grupo C. Aunque todos los grupos experimentaron reducciones significativas en estas mediciones entre la evaluación pre y la evaluación post entrenamiento, no se observaron diferencias significativas entre los tres grupos.

Parámetros Musculares

La Tabla 3 muestra los efectos de la suplementación y de los protocolos de entrenamiento sobre las variables del rendimiento neuromuscular. Los análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas revelaron que no hubo un efecto significativo de la prueba para las mediciones de la potencia de piernas (tres pruebas) y de la potencia del tren superior (tres pruebas); por lo tanto, para los posteriores análisis se utilizó el promedio de las tres pruebas.

No se hallaron diferencias significativas entre los grupos para ninguna de las variables. Las únicas diferencias significativas entre los valores pre- y post-entrenamiento se hallaron para la resistencia del tren superior (UB) (p=0.038), expresada como las repeticiones totales (rep.) hasta el fallo muscular en el ejercicio de remo sentado, y en la producción de potencia relativa en el ejercicio de press de banca (potencia en press de banca (BP)) (p=0.05) expresada en W producidos por kilogramo de peso corporal total.

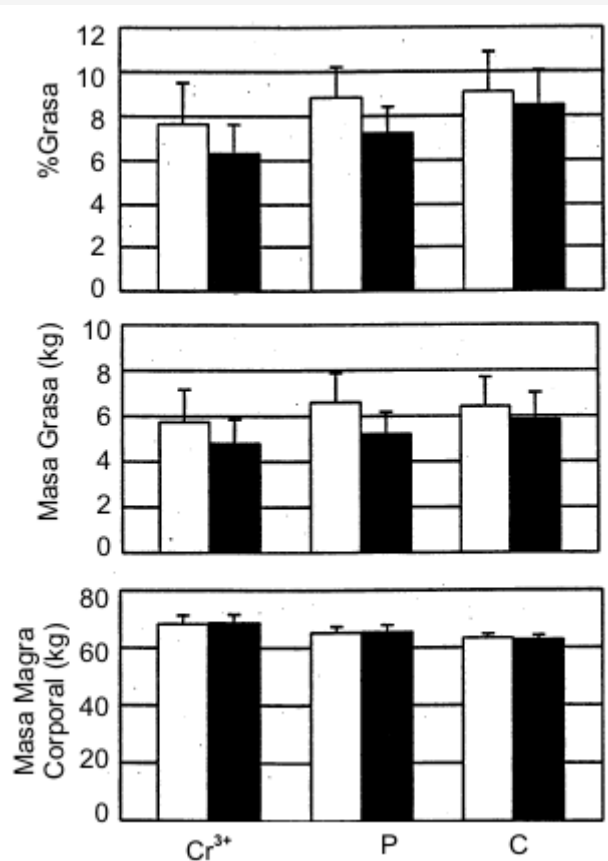


Figura 1. Cambios en la masa magra corporal, en la masa grasa y en el porcentaje de grasa corporal (%Grasa) para cada uno de los tres grupos, cromo, placebo y control (Cr³⁺, P, C) entre las sesiones de evaluación pre (□) y post (■) entrenamiento.

Se identificó una interacción significativa grupo × prueba para la UB ($p=0.037$). Las pruebas t para datos apareados (a una cola) revelaron que la resistencia del tren superior se incrementó significativamente entre las evaluaciones pre- y post-entrenamiento en el grupo C (desde 15.43 ± 1.70 reps hasta 21.17 ± 2.65 reps; $p=0.006$). Esto representó un incremento del 37.2%. También se halló una interacción significativa grupo × prueba para la potencia BP ($p=0.050$); sin embargo, cuando se aplicó la corrección de Bonferroni para las comparaciones post hoc, ninguno de los cambios entre las evaluaciones pre- y post-entrenamiento fue significativo.

Grupo	Parámetro	Pre	Post
Grupo picolinato de Cr			
	1RM en cargadas de potencia (kg)	82.58 ± 3.39	82.19 ± 3.67
	1RM en press de banca (kg)	111.36 ± 11.74	108.71 ± 9.04
	Resistencia LB (reps)	61.67 ± 10.85	51.67 ± 0.76
	Resistencia UB (reps)	29.83 ± 4.83	27.67 ± 0.76
	Potencia LP (W/kg)	18.66 ± 0.85	20.77 ± 1.29
	Potencia BP (W/kg)	6.93 ± 0.57	7.02 ± 0.62
Grupo Placebo			
	1RM en cargadas de potencia (kg)	87.60 ± 2.43	86.17 ± 3.97
	1RM en press de banca (kg)	113.63 ± 9.94	115.91 ± 8.48
	Resistencia LB (reps)	51.29 ± 6.98	54.43 ± 2.36
	Resistencia UB (reps)	22.29 ± 1.71	27.57 ± 2.88*
	Potencia LP (W/kg)	18.69 ± 0.89	22.27 ± 1.68
	Potencia BP (W/kg)	7.80 ± 0.60	9.77 ± 0.92*
Grupo Control			
	1RM en cargadas de potencia (kg)	72.79 ± 2.74	73.09 ± 3.37
	1RM en press de banca (kg)	97.41 ± 3.45	100.38 ± 5.52
	Resistencia LB (reps)	42.28 ± 7.35	58.50 ± 14.37
	Resistencia UB (reps)	15.43 ± 1.70	21.17 ± 2.65*
	Potencia LP (W/kg)	19.91 ± 1.11	20.67 ± 1.50
	Potencia BP (W/kg)	7.27 ± 0.60	7.94 ± 0.57

Tabla 3. Efectos de la suplementación con picolinato de Cr y del protocolo de entrenamiento de la fuerza sobre las variables del rendimiento muscular. Los datos son presentados como valores medios ± EE. 1RM, una repetición máxima; LB, test para el tren inferior (prensa de piernas); UB, test para el tren superior (remo sentado); LP, potencia en prensa de piernas (por acelerometría); BP, potencia en press de banca (por acelerometría). *Diferencia significativa entre el valor pre- y post-entrenamiento ($p \leq 0.05$). No se hallaron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$).

Rendimiento Metabólico

La Tabla 4 muestra los cambios tanto en las variables del rendimiento anaeróbico (potencia anaeróbica relativa pico y capacidad anaeróbica pico) como en las variables de rendimiento aeróbico (VO_2 pico relativo) resultantes del período de entrenamiento y suplementación. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos para ninguna de estas variables. Tampoco se observaron cambios significativos en la potencia anaeróbica pico (AnP) o en la capacidad anaeróbica relativa (AnC) a partir de los valores pre entrenamiento. Sin embargo la potencia aeróbica pico relativa (Rel VO_2 pico) se incrementó significativamente entre las evaluaciones pre y post entrenamiento en todos los grupos ($p = 0.002$). El incremento estuvo en un rango que fue desde el 2.2% para el grupo P ($55.83 \pm 2.36 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a $57.03 \pm 2.18 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) pasando por el 7.9% en el grupo Cr³⁺ ($54.88 \pm 2.18 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a $59.20 \pm 1.56 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) y hasta el 9.0% en el grupo C ($52.40 \pm 2.06 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a $57.11 \pm 1.83 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). El incremento medio en la potencia aeróbica en toda la población de sujetos fue de $3.41 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, lo que representó una mejora del 6% aproximadamente.

DISCUSION

El propósito del presente estudio fue investigar la efectividad de la suplementación con picolinato de cromo en una población de atletas varones altamente entrenados que compite en un deporte en el cual el éxito es gobernado por las alteraciones continuas y por el mantenimiento de la composición corporal. La supuesta importancia de la suplementación con cromo podría ilustrarse si los luchadores fueran capaces de incrementar de forma segura y gradual la pérdida de grasa corporal durante el acondicionamiento de pre-temporada a la vez que son capaces de mantener, en forma concomitante, la masa magra corporal y la fuerza. Si este fuera el caso, entonces se podría reducir significativamente la necesidad de realizar pérdidas agudas severas de peso inmediatamente antes de las competiciones

Grupo	Parámetro	Pre	Post
Picolinato de Cr			
	AnP Pico (W/kg)	10.65 ± 0.28	10.35 ± 0.39
	AnC Rel. (W/kg)	9.03 ± 0.21	8.40 ± 0.44
	VO ₂ pico Rel. (mL.kg ⁻¹ min ⁻¹)	54.88 ± 2.18	59.20 ± 1.56*
Grupo Placebo			
	AnP Pico (W/kg)	10.29 ± 0.51	11.83 ± 0.49
	AnC Rel. (W/kg)	8.57 ± 0.39	9.02 ± 0.49
	VO ₂ pico Rel. (mL.kg ⁻¹ min ⁻¹)	55.83 ± 2.6	57.03 ± 1.57*
Grupo Control			
	AnP Pico (W/kg)	9.13 ± 0.36	10.03 ± 0.77
	AnC Rel. (W/kg)	7.97 ± 0.26	8.19 ± 0.41
	VO ₂ pico Rel. (mL.kg ⁻¹ min ⁻¹)	52.40 ± 2.06	57.11 ± 1.83*

Tabla 4. Efectos de la suplementación con picolinato de Cr y del protocolo de entrenamiento sobre las variables del rendimiento metabólico. Los datos son presentados como valores medios ± EE. AnP Pico, potencia anaeróbica pico (medida con el test de Wingate); AnC Rel., capacidad anaeróbica relativa (medida con el test de Wingate); VO₂ pico Rel., potencia anaeróbica máxima relativa (mediante un test en cinta ergométrica utilizando el protocolo de Bruce). *Diferencia significativa entre los valores pre-y post-entrenamiento ($p \leq 0.05$). No se hallaron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0.05$); no se halló ninguna interacción significativa ($p > 0.05$).

Las investigaciones previas han implicado que la suplementación con picolinato de cromo puede potenciar la acción de la insulina en diversas poblaciones, lo cual a su vez resultaría en la promoción del anabolismo muscular (34) y en la reducción del almacenamiento de grasa en el tejido adiposo (24, 31), y en la facilitación de la difusión de glucosa desde la sangre, resultando en un incremento en las concentraciones musculares y hepáticas de glucosa (3, 15, 20, 21). Más recientemente, las investigaciones han tratado de determinar si la suplementación con Cr podía magnificar los efectos positivos del entrenamiento de sobrecarga sobre la composición corporal y el rendimiento en poblaciones saludables. En un estudio con un período de suplementación relativamente corto (40 días) en comparación con el período de suplementación del presente estudio, Evans (12) halló que la suplementación con picolinato de Cr incrementó significativamente la masa magra corporal en voluntarios activos y en un grupo de jugadores de fútbol americano que realizaban un programa para el entrenamiento de la fuerza. En el presente estudio no se halló un efecto de la suplementación con Cr sobre la composición corporal o sobre el rendimiento neuromuscular. En contraste al presente estudio, la investigación previamente mencionada falló en determinar los posibles cambios en la fuerza muscular que podrían haber resultado del incremento en la masa magra corporal. Además, los cambios en la composición corporal documentados por Evans (12) pudieron haber resultado del error de estimación asociado con la utilización de ecuaciones de predicción no validadas que utilizan medidas de pliegues cutáneos en oposición al uso del pesaje hidrostático como se hizo en el presente estudio. Hasten (17, 18) también reportaron ganancias significativas en la masa magra corporal y reducciones concomitantes en la grasa corporal luego de un programa de suplementación y entrenamiento de la fuerza de 12 semanas similar al del presente estudio, en estudiantes universitarios. Sin embargo, estos sujetos no presentaron las mejoras esperadas en la fuerza como resultado del incremento en la masa magra corporal. Ninguno de estos estudios utilizó un grupo control para valorar la posible influencia de un efecto placebo y ninguno de los estudios empleó un período de suplementación y entrenamiento mayor al utilizado en la presente investigación.

Los resultados del presente estudio concuerdan en parte con los resultados obtenidos por Clancy et al. (10) y por Hallmark et al. (16) quienes reportaron que la suplementación con picolinato de Cr en combinación con el entrenamiento de la fuerza no resultó en alteraciones significativas en la grasa corporal, en la masa magra corporal o en el peso corporal total, pero entran en conflicto con los resultados obtenidos en poblaciones no deportivas (17). Se podría asumir que las reducciones en las medidas antropométricas documentadas por Hasten et al (17) fueron resultado del efecto de entrenamiento, el cual se vio exacerbado en sus sujetos debido a estos eran desentrenados. Los resultados de los estudios previos también concuerdan con los resultados del presente en cuanto a que no se observaron cambios significativos en la fuerza entre las evaluaciones pre- y post entrenamiento (10, 16, 17). De hecho, en el presente estudio se evaluó la fuerza con los mismos ejercicios utilizados para el entrenamiento lo que contrasta con los estudios que utilizaron test de laboratorio para evaluar la fuerza y que difirieron de los utilizados para el protocolo de entrenamiento (10), un fenómeno

que puede haber evitado la detección de mejoras en la fuerza.

Hasta la fecha no existen estudios de respaldo publicados en la literatura que hayan documentado los posibles cambios en el rendimiento aeróbico y anaeróbico como resultado de una mejorada actividad de la insulina a través de la suplementación con Cr. Se ha pensado que las mejoras en la absorción celular y en el almacenamiento de glucosa a través de la potenciación de la insulina mediada por el Cr podría tener un efecto positivo sobre las variables de rendimiento metabólico que implican la movilización y degradación del glucógeno muscular. Aunque., en el presente estudio, la potencia aeróbica máxima (VO_2 pico) se incrementó significativamente en todos los grupos (incremento medio $\sim 3.41 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), ninguno de los cambios en los parámetros del rendimiento metabólico puede atribuirse a la suplementación con Cr. Nosotros también creímos que la posible potenciación de la acción de la insulina a través de la suplementación con Cr podría haber mejorado la sensibilidad a la insulina, provocando la reducción de las concentraciones en ayunas de la insulina y la glucosa sanguínea. Sin embargo, no se observaron alteraciones significativas en las concentraciones en ayunas de insulina y glucosa resultantes de la suplementación con picolinato de cromo, posiblemente debido a la sostenida sensibilidad a la insulina demostrada en este grupo de sujetos altamente entrenados antes de la suplementación.

Los registros dietarios revelaron una inesperada reducción significativa en la ingesta dietaria de Cr ($\sim 50\%$) en todos los grupos, con lo cual la mayoría de los sujetos falló en cubrir los niveles seguros y adecuados de Cr (30). Sin embargo, estudios previos (7, 8) han mostrado que los individuos altamente entrenados experimentan una depresión en la tasa de excreción de Cr lo cual a su vez podría permitir que los individuos incrementen la conservación de Cr a partir de la dieta (33). Interesantemente, este significativo patrón dietario no pudo ser explicado por una reducción significativa en la ingesta calórica. Es posible que los valores de las ingestas calóricas hayan sido subestimados en los registros de 3 días, un problema que podría haberse evitado si todos los sujetos hubieran consumido una dieta controlada. Las estimaciones de la excreción de Cr tales como las utilizadas en estudios recientes (3, 6, 8, 16) podrían ser de gran utilidad para determinar la absorción y el recambio o *turnover* de Cr en esta población.

En base a nuestras observaciones llevadas a cabo con luchadores de nivel universitario NCAA que realizaron un entrenamiento de pretemporada, concluimos que 14 semanas de suplementación con picolinato de Cr no provocan mejoras significativas en la composición corporal y/o en las variables de rendimiento más allá de las mejoras experimentadas con el entrenamiento de la fuerza y el entrenamiento metabólico por si solo. Sin embargo, debido al alto nivel de entrenamiento de esta población particular, estos hallazgos no deberían ser utilizados para describir los posibles efectos de dicha suplementación en la población general de sujetos activos que realizan entrenamientos de la fuerza.

En vista de las recientes muertes en la lucha, las cuales se han vinculado a las peligrosas técnicas utilizadas para potenciar la rápida y a menudo extrema pérdida de peso corporal, las investigaciones futuras deberían determinar si hay algún nivel seguro de suplementación nutricional que pueda ayudar a los atletas a alcanzar objetivos reales en relación con la clasificación por pesos y la composición corporal.

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer a Penny Lodes por su ayuda con las valoraciones nutricionales, al entrenador Jack Spates y a su equipo de lucha por su cooperación, al Entrenador Joe Juraszek y a su equipo de entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento por su experiencia y participación en el programa de entrenamiento. También agradecemos al Dr. Larry Toothaker por su pericia con las interpretaciones estadísticas. Este estudio fue parcialmente patrocinado por el Gatorade Sports Sciences Institute y por el Colegio de Graduados de la Universidad de Oklahoma

Dirección para el Envío de Correspondencia

Michael G. Bemben, PhD., FACSM, University of Oklahoma, Department of Health and Sports Sciences, Room 1200 Huston Huffman Center, Norman, OK 73019. correo electrónico: mgbemben@ou.edu

REFERENCIAS

1. Abraham, A. S., B. A. Brooks, and U. Eylath (1992). The effects of chromium supplementation on serum glucose and lipids in patients with and without non-insulin dependent diabetes. *Metabolism* 41:768-771
2. American College of Sport Medicine (1993). Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing & Prescription, 2ª Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, pp.8-11
3. Anderson, R. A., M. M. Polasky, N. A. Bryden, and J. J. Canary (1991). Supplemental-chromium effect on glucose, insulin, glucagon and urinary chromium diets. *Am J. Clin. Nutr.* 54:909-916

4. Anderson, R. A (1989). Essentiality of chromium in humans. *Sci. Total Environ* 86:75-81
5. Anderson, R. A., M. M. Polasky, N. Bryden E. Roginsky, W. Mertz, and W. Glinsmann (1983). Chromium supplementation of humans subjects: effects on glucose, insulin and lipid parameters. *Metabolism*. 32:894-899
6. Anderson, R. A. and A. S. Kozlovsky (1985). Chromium intake, absorption, and excretion of subjects consuming self-selected diets. *Am J. Clin. Nutr.* 41:1177-1183
7. Anderson, R. A., M. M. Polasky, N. A. Bryden, E. E. Roginski K. Y. Patterson, and D. C. Reamer (1982). Effects of exercise (running) on serum glucose, insulin, glucagon, and chromium excretion. *Diabetes* 31: 212-216
8. Anderson, R. A., N. A. Bryden, M M. Polasky, and P. A. Deuster (1988). Exercise effects on chromium excretion of trained and untrained men consuming a constant diet. *J. Appl. Physiol.* 64:249-252
9. Borel, J. S. and R. A. Anderson (1984). Biochemistry of chromium. In *Biochemistry of the Elements. E. Frieden (Ed.). New York: Plenum Publishing Corp., pp. 175-199*
10. Clancy, S. P., P. M. Clarkson, M. E. Decheke, et al (1994). Effects of chromium picolinate supplementation on body composition, strength, and urinary chromium loss in football players. *Int. J. Sports. Nutr.* 4: 142-153
11. Clarkson, P. M (1991). Nutritional ergogenic aids: chromium, exercise, and muscle mass. *Int. J. Sport Med.* 1289-293
12. Evans, G.W (1989). The effect of chromium picolinate on insulin controlled parameters in humans. *Int. J. Bios. Med. Res* 11:163-180
13. Evans, J. A. and H. A. Quinney (1981). Determination of resistance settings for anaerobic power testing. *Can. J. Appl. Sports. Sci,* 6:53-56
14. Foster, C (1984). Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *Am. Hert J.* 107:1229-1234
15. Glinsmann, W. H. and W. Mertz (1966). Effect of trivalent chromium on glucose tolerance. *Metabolism* 15:510-519
16. Hallmark, M. A, T. H. Reynolds, C. A. Desouza, C. O. Dotson, R. A. Anderson, and M. A. Roger (1996). Effects of chromium and resistive training on muscle strength and body composition. *Med. Sci Sport Exerc.* 28:139-144
17. Hansten, D. L., E. P. Rome, and B. D. Franks (1992). Effects of chromium picolinate on beginning weight training students. *Int. J. Sports Nutr.* 2:343-350
18. Hasten, D., E. P. Rome, and B. D. Franks (1991). Anabolic effects of chromium picolinate on beginning weight training students. Paper presented at the Southeastern American College of sports Medicine meeting. *Louville, KY, Feb*
19. Lefavi, R. G., R. A. Anderson, R. E. Keith, G. D. Wilson, J. L. McMillan, and M. H. Stone (1992). Efficacy of chromium supplementation in athletes; emphasis on anabolism. *Int. J. Sport Nutr.* 2:111-122,
20. Martinez, O. B., A. C. McDonald, R. S. Gibson, and D. Bourn (1985). Dietary chromium and effect of chromium supplementation on glucose of elderly Canadian women. *Nutr. Res.* 5: 609-620
21. Mertz, W (1969). Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiol. Rev.* 49:163-239
22. Mertz, W. and E. E. Roginski (1969). Effect of testosterone supplementation growth and survival under stress in rats fed two protein diets. *J. Nutr.* 97:531-536
23. Mossop, R. T (1983). Effects of Chromium (III) on fasting blood glucose, cholesterol and cholesterol high density lipoprotein (HDL) levels in diabetics. *Centr. Afr. J. Med* 29:80-82
24. Murray, R. K., P. A. Mayer, D. K. Granner, and V. W. Rodwell. (Eds.) (1999). *Harper's Biochemistry* (22nd Ed.). Norwalk, CT: Appleton and Lange, pp 577
25. National Research Council (1989). *Recommended Dietary Allowances*. Washington, Dc: National academy Press
26. Riales, R. and M. J. Albrink (1981). Effect of chromium chloride supplementation on glucose tolerance and serum lipids including HDL of adult men. *Am J. Nutr.* 34:2670-2678
27. Sinning, W. E (1974). Body composition assessment of college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 4: 139-145
28. Siri, W. E (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods In: *Techniques for Measuring Body Composition. J. Brozek and A. Herschel (Eds). Washington, DC: National academy of sciences, National Research Council, pp 223-244*
29. Steen, S. N. and S. Mc Kinney (1996). Nutrition assessment of college wrestlers. *Physician Sportsmed.* 14:100-116
30. Stoecker, B. J (1996). Chromium. In: *Present Knowledge in Nutrition, 7th Ed. E. E. Ziegler and L. J. Filer, Jr. (Eds.). Washington, DC: International Life Sciences Institute, pp, 344-353.*
31. Trent, L. K. and D. Thieding- Cance (1995). Effects of chromium picolinate on body composition. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 35:273-280
32. Uusitupa, M. I. J., T. Kumpulainen, E. Voutilainen, et al (1983). Effect of inorganic chromium supplementation on glucose tolerance, insulin response and serum lipids in noninsulin-dependent diabetics. *Am. J. Clin. Nutr.* 38:404-410
33. Vallerand, A. L., J. P. Cuerrier, D. Shapcott, R. J. Vallerand, and P. F. Gardiner (1984). Influence of exercise training on tissue chromium concentrations in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.* 39:402-409
34. Wagner, J. C (1984). Use of chromium and cobamide by athletes. *Clin. Pharm.* 8:832-834
35. Wilmore, J. H. A (1969). Simplified method for determination of residual lung volumes. *J. Appl. Physiol.* 27:96-100

Cita Original

Walker KS, Bembem MG, Bembem DA and Knehans AW. Chromium Picolinate Effects on Body Composition and Muscular Performance in Wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol 30, No. 12, pp. 1730-1737, 1998.