PubliCE, (PubliCE) 1990

Monograph

Demasiado y muy Rápido: Las Consecuencias del Ejercicio Excesivo

Priscilla Clarkson[1]

[1]*Department of Exercise Science, University of Massachusetts, Amherst, Ma., USA.*

Palabras Clave: sobreentrenamiento, fatiga muscular, daño muscular, ejercicio extenuante

1. El ejercicio extenuante e inusual puede producir daños en la fibra muscular. Estos daños están habitualmente relacionados a perdida de fuerza, reducción del rango de movimiento, inflamación, rigidez y dolor. Los mismos pueden permanecer entre 5 a 10 días luego del ejercicio.
2. Durante el proceso de reparación, se produce un fenómeno de adaptación que hace al músculo más resistente a lesionarse. Un corto período de acondicionamiento físico específico es suficiente para producir dicha adaptación.

INTRODUCCION

En los últimos diez años, el ejercicio físico ha recibido mucha atención como medio de promoción de la salud y el bienestar. La novedad del ejercicio ha conducido a muchos a iniciar nuevos programas de acondicionamiento físico. Para los apasionados que se inician en los mismos, este entusiasmo se puede transformar en dolor, inflamación y rigidez en los días siguientes al primer entrenamiento. El dolor muscular de aparición retardada luego de un ejercicio intenso e inusual, generalmente indica que se está presentando un daño en el músculo que se ha ejercitado. Algunas veces, existen casos raros donde los daños musculares severos puedan determinar complicaciones serias.

¿COMO SE PUEDEN MEDIR LOS DAÑOS MUSCULARES?

Los análisis de biopsias musculares tomadas luego de ejercicios intensos han demostrado concluyentemente la presencia de daños en las fibras musculares (8, 9, 20). Dentro de los daños que se evidencian están la disrupción del aparato contráctil, alteraciones mitocondriales y la pérdida de la integridad de la membrana muscular. Debido a que la técnica de biopsia muscular se considera un método invasivo, los investigadores han desarrollado otros métodos de tipo indirecto, que permiten determinar el grado de daño muscular. Frecuentemente se han utilizado indicadores indirectos como la pérdida prolongada de la fuerza muscular, la disminución del rango de movilidad, el dolor y la rigidez muscular, la inflamación y edema del miembro ejercitado, así como el aumento de nivel de las proteínas musculares en sangre (2, 4, 14, 18, 19, 21). Usualmente se utilizan dos proteínas musculares como indicadores de daño muscular, las cuales son la Creatin-Kinasa y la Mioglobina. Cuando se lesiona la célula muscular, éstas proteínas salen y se acumulan en la sangre. Niveles elevados de Creatin-Kinasa y Mioglobina también se pueden encontrar en ciertas enfermedades musculares y son importantes en el diagnóstico del infarto al miocardio (6, 21).

TIPO DE EJERCICIOS QUE PRODUCEN DAÑOS MUSCULARES

Se ha demostrado que existen diversos tipos de ejercicio que pueden producir daños musculares. Entre estos, encontramos ejercicios de larga duración como el maratón, sesiones intensas de pesas, ejercicios isométricos, carreras de piques, y especialmente ejercicios que enfatizan las contracciones excéntricas. Durante la actividad excéntrica, el músculo ejerce fuerza mientras se alarga, como por ejemplo, cuando se baja un peso, o se desciende una pendiente.

Ejercicios de Resistencia

El maratón produce daños importantes en los músculos, siendo su proceso de reparación relativamente lento. Si bien el dolor muscular alcanza su nivel máximo entre las 24 y 48 horas luego del maratón, subsistiendo por varias días, el proceso de reparación muscular se prolonga aún por más días. Hikida y colaboradores (12) examinaron biopsias del músculo gemelo, antes y durante los 7 días posteriores al maratón, evidenciándose ciertos tipos de anormalidades en las muestras post-carrera, atribuibles a la intensidad de la carrera. Se evidenció necrosis de la fibra muscular e inflamación, particularmente evidente entre el 1 er. y 3er. día luego del maratón, pero que se mantenían hasta el 7mo. día. Wharhol y colaboradores (26) encontraron que luego de 10 a 12 semanas del maratón se mantenían signos evidentes de regeneración muscular.

Si bien no en todos los estudios hechos en corredores de largas distancias se ha observado la disrupción de la fibra muscular (2), la misma es la evidencia que se ha producido un daño estructural que puede persistir por varias semanas.

Numerosos estudios han documentado un aumento sanguíneo de las enzimas musculares luego de una carrera del maratón. Las pruebas sanguíneas tomadas a corredores de la especialidad demuestran que la actividad de la Creatin-kinasa comienza a incrementarse durante la carrera alcanzando su mayor pico alrededor de las 24 hot-as luego de maratón (1). El incremento promedio de la actividad de la Creatin-kinasa es de 2.500 a 5.000 mU/ml, comparado con los niveles normales de reposo que oscilan entre 39 y 200 mU/ml.

La Creatin-Kinasa es una proteína compuesta por sub-unidades identificadas como M y B. La Creatin-Kinasa MM, contiene dos sub-unidades M, y forma la mayoría de la Creatin-Kinasa que se encuentra en el músculo esquelético. En cambio la Creatin-Kinasa MB se encuentra en el músculo miocárdico. Un incremento sanguíneo de Creatin-Kinasa MB es comúnmente utilizado como indicador específico de infarto al miocardio. Hay investigaciones (1, 7) que han evidenciado aumentos luego del maratón, no sólo de Creatin-Kinasa MM sino también de Creatin-Kinasa MB, pensándose que dicho aumento fuese debido a daño miocárdico. Las evidencias actuales han demostrado que el incremento sanguíneo de la Creatin-Kinasa MB luego de maratones, es producida por el músculo esquelético (7).

Todavía no se ha esclarecido como el maratón pueda producir los daños musculares. Posiblemente estén asociados a factores como la isquemia y la deplección energética muscular (6). De igual manera se debe recordar que durante la carrera se produce una contracción excéntrica cuando se apoya el pie sobre el peso, lo cual también pudiese ser la causa de daño muscular.

En tal sentido, podemos evidenciar que las carreras en bajada o descenso, acentúan las contracciones excéntricas en los miembros inferiores, teniendo una mayor capacidad de producir dolores musculares de comienzo retardado, y aumentos de enzimas musculares sanguíneas que la carrera en nivel piano (23). Luego de correr 45 minutos en bajada, se han evidenciado incrementos en los niveles sanguíneos de Creatin-Kinasa en alrededor de 1.000 mU/ml, que han alcanzado su pico máximo a las 24 horas.

Ejercicios Cortos de Alta Intensidad

Aquellos que han participado en entrenamiento de pesas, frecuentemente han experimentado dolor muscular, sobre todo si el mismo ha tenido fases de contracción excéntrica. De igual manera, pero en menor intensidad, también los ejercicios isométricos son capaces de producir dolor muscular; en cambio las contracciones exclusivamente concéntricas usualmente no producen dolor (6). En tal sentido las biopsias musculares realizadas luego de contracciones de tipo concéntricas, no demuestran algún tipo de anormalidad en las fibras musculares. Además el incremento de las enzimas musculares en sangre son mínimas.

Luego de ejercicios isométricos que se caracterizan por contracciones maximales, los niveles de Creatin-Kinasa en sangre aumentan luego de 6 a 8 horas llegando a su máximo nivel en 24 horas (6). Este incremento ha sido menor de 1.000 mU/ml. Graves y colaboradores (10) encontraron que la Creatin-Kinasa MB aumentaba en 50 % en individuos que realizaban contracciones isométricos máximas por más de 20 minutos. Sin embargo, en la actualidad, no se ha determinado en forma concluyente si la Creatin-Kinasa MB encontrada luego de ejercicios isométricos, tiene un origen

muscular esquelético o miocardico. Esta situación podría determinar un problema significativo ya que muchas de las actividades recreacionales y laborales presentan ejercicios de alta intensidad que incluyen contracciones de tipo isométrico.

Recientemente, Fridden y colaboradores (9) estudiaron biopsias musculares tomadas dos horas después de un entrenamiento de piques sobre la banda ergométrica, demostrando evidentes anomalías estructurales, sobre todo en las fibras de contracción rápida (Tipo 11). Debido a que estos modificaciones se han evidenciado también, en menor cuantía, en corredores de velocidad que no entrenaban en banda ergométrica, los investigadores sugirieron que el entrenamiento de velocidad es capaz de producir un considerable estrés mecánico y metabólico sobre los músculos.

Los ejercicios que tienen tan solo contracciones excéntricas tienen una alta capacidad para producir daños musculares. De acuerdo a diversos estudios de investigación, en estos ejercicios se incluyen también el pedalear en contra resistencia en el cicloergómetro mecánico, así como bajar en un escalador en donde una pierna siempre se encuentra en descenso y en contracción excéntrica. Las biopsias musculares tomadas luego de este tipo de actividad muscular demuestran marcadas anormalidades en las fibras musculares (8, 20). La anormalidad más característica es la disrupción o «separación» de las líneas Z de algunas miofibrillas. Estos daños empeoran en los días siguientes al ejercicio. Las biopsias tomadas inmediatamente luego de los ejercicios excéntricos presentan pequeñas zonas de daño, mientras que las biopsias tomadas luego de 2-3 días presentan grandes zonas de disrupción y otras anormalidades. Estas anormalidades pueden evidenciarse hasta 10 días luego de los ejercicios excéntricos (20) y la completa regeneración de los daños musculares puede tomar hasta 3 semanas (6, 19).

En los ejercicios excéntricos donde se genera gran cantidad de fuerza, como cuando se bajan grandes pesos, el incremento de los niveles sanguíneos de Creatin-Kinasa es retardado (4, 18). La actividad de esta enzima comienza a incrementarse al 2do. día luego del ejercicio, alcanzando su nivel máximo entre el 5to. y 6to. día. Estos incrementos de Creatin-Kinasa Megan a ser notables. Por ejemplo, ejercitando en forma excéntrica tan solo los flexores del antebrazo, que son pequeños músculos, el incremento de la Creatin-Kinasa puede alcanzar valores máximos hasta 10.000 mU/ml (18) y valores promedio de 2.000 mU/ ml (4, 18).

Actualmente no existe una razón clara que pueda explicar el lento incremento sanguíneo de la Creatin-Kinasa luego de ejercicios excéntricos de alta intensidad, sobre todo cuando se compara con el rápido incremento de dicha enzima que se evidencia en los ejercicios isométricos y de resistencia. Posiblemente, en estos últimos, se produzca una mayor hipoxia (falta de oxígeno) en los músculos. La hipoxia, así como otros factores, son capaces de incrementar la permeabilidad de la membrana permitiendo la salida de la Creatin-Kinasa y otras proteínas musculares, durante o inmediatamente después del ejercicio físico.

En contraste, la elevación de la Creatin-Kinasa luego de ejercicios excéntricos responde aparentemente a otro mecanismo de producción. Este corresponde a una secuencia de eventos escalonados y lentos de activación de ciertas enzimas musculares, que llevan a la degradación progresiva de los componentes celulares.

Una explicación alternativa, es el de que la Creatin-Kinasa deba entrar en el sistema linfático antes de ser liberada al torrente sanguíneo, y al existir una marcada acumulación de fluidos en los tejidos, en el área muscular se disminuye el drenaje linfático.

LA RIGIDEZ MUSCULAR Y CAMBIOS EN LA FUERZA

Inmediatamente después de realizar en forma repetida contracciones musculares máximas de tipo excéntricas, la fuerza isométrica se reduce entre un 40y 50 % (4, 6). Se evidencia una pequeña mejoría de la fuerza en las primeras 24 a 48 horas y una recuperación lenta y progresiva que alcanza su totalidad entre 7 y 10 días (4,6). Friden y colaboradores, examinaron tanto la fuerza isométrica como isotónica luego de sesiones de ejercicios excéntricos, evidenciando que la fuerza, excepto a la velocidad angular más rápida (300°/seg.), retornaba a sus valores iniciales luego de 6 días. Las biopsias musculares demostraron evidencia clara de alteraciones estructurales hasta los 3 primeros días, luego de los cuales fueron mínimas. En las mismas, las fibras de contracción rápida fueron mayormente más afectadas que las fibras de contracción lenta, pudiendo explicar este hallazgo, la pérdida de fuerza a elevadas velocidades.

Se ha evidenciado que la reducción de la fuerza no es debido al dolor muscular en sí. Cuando un músculo dolorido, realiza una contracción voluntaria isométrica y además se lo estimula eléctricamente, por lo que se supone totalmente activado, no produce una mayor cantidad de fuerza como sucede con un músculo normal. De igual manera, cuando un músculo dolorido tan sólo se le aplica estimulación eléctrica, produce niveles inferiores de fuerza.

Luego de realizar un ejercicio no habitual y muy intenso, las personas son capaces de distinguir entre la sensación de dolor y la rigidez muscular. La causa exacta de la rigidez muscular no es clara todavía. Diversos estudios han demostrado una prolongada disminución del rango de contracción muscular luego de ejercicios excéntricos intensos (4, 6, 14). Inmediatamente luego del ejercicio y por varios días, las personas son incapaces de contraer totalmente los miembros usados. Si bien la disminución del rango de movimiento puede ser resultado de la inflamación muscular, la misma puede persistir mucho más tiempo aún habiéndose recuperado totalmente el rango de movimiento muscular (6). Los daños de ciertas fibras musculares pueden producir la contracción involuntaria de dichas fibras, lo que podría causar la reducción del rango de movimiento y la sensación de rigidez muscular.

CONSECUENCIAS DE LOS DAÑOS MUSCULARES INDUCIDOS POR EL EJERCICIO

El dolor y la rigidez muscular son desagradables y molestos edemas de que la pérdida de la fuerza puede afectar la habilidad de ejercitarse óptimamente (6). Debido a que los músculos doloridos por lo general están debilitados, es posible que el entrenamiento con dolores musculares, sea inefectivo. Para optimizar el incremento de la función neuromuscular, los atletas deberían practicar patrones de movimiento corrector y eficientes. En nuestros estudios, hemos encontrado que entre los 3 y 6 días después del ejercicio, los atletas son incapaces de percibir si sus músculos están más debilitados de lo normal. Una disminuida capacidad para producir fuerza en músculos lesionados, asociado a una menor percepción de la debilidad que habitualmente los acompaña, deben ser indicativos de la toma de medidas preventivas guiadas a evitar el sobreentrenamiento y lesiones más severas.

Entre las consecuencias más serias del daño muscular encontramos la insuficiencia renal aguda, luego de un ejercicio inusualmente intenso y poco habitual. La insuficiencia renal está asociada a un marcado incremento de la Mioglobina en la sangre. Luego de inducirse el daño muscular posterior al ejercicio, la Mioglobina aparece en forma retardada en la sangre, llegando a valores pico, entre 6 a 24 horas luego del ejercicio (3). A diferencia de otras enzimas musculares, la Mioglobina es filtrada de la sangre por los riñones. Cuando los niveles de Mioglobina llegan a niveles críticamente altos (13), comienza a excretarse por la orina. La orina se oscurece a medida que aumenta el nivel de Mioglobina. Se han visto casos de atletas que han reportado casos de orina oscura o «con sangre» cuando han realizado ejercicios marcadamente intensos (24).

Un incremento extremo de Mioglobina en la sangre puede producir un fallo renal agudo (24). Se han presentado casos de insuficiencia renal aguda en reclutas militares en su primera semana de entrenamiento (21) y, en casos más raros, en corredores de maratón luego de la competencia (13,24). El fallo renal es producido por- una combinación de factores que incluyen el exceso de entrenamiento, el estrés térmico y la deshidratación.

ENTRENAMIENTO

El acondicionamiento físico produce adaptaciones en el músculo que lo hacen más resistente a dañarse (17, 23, 25).

Los individuos entrenados cada vez sienten menos dolores musculares y los niveles sanguíneos de enzimas musculares luego del entrenamiento, son cada vez más bajos. La naturaleza exacta del efecto adaptativo no está clara, pero parece ser específico al tipo de entrenamiento (23, 25). Un incremento del aporte de ATP en los músculos entrenados de los atletas de resistencia puede proveer energía para mantener las funciones de la membrana reduciendo el daño de la misma. Por otra parte, una adaptación en la integridad estructural de las miofibrillas y del tejido conectivo puede determinar que el músculo sea más resistente a los daños mecánicos producidos por ejercicios de fuerza. Igualmente, el entrenamiento puede producir adaptaciones relacionadas con un control neuromuscular más eficiente y un patrón de reclutamiento de fibras motoras optimizado.

Investigaciones recientes han demostrado que con tan solo un corto período de entrenamiento, o una sola sesión de entrenamiento intenso, son capaces de producir adaptaciones a los mismos (4, 18, 23, 25). El daño inducido por el ejercicio inicial determina una adaptación en el músculo lesionado. El proceso de reparación determina que el músculo sea más resistente y menos susceptible a daños anteriores. De este modo, ejercicios subsecuentes producen menos dolores, una más rápida recuperación de la fuerza y un menor aumento sanguíneo de las proteínas musculares.

TRATAMIENTO DEL DOLOR MUSCULAR

Los atletas, entrenadores y médicos han ten ido poco éxito tratando de identificar un medio efectivo para aliviar el dolor muscular inducido por el ejercicio. Esta situación es debida a que la etiología precise del dolor muscular se desconoce. El dolor muscular puede ser debido a la acción de ciertas sustancias químicas como la histamina y las prostaglandinas, producidas por el daño muscular, o por la rigidez muscular, o por la combinación de todos los factores antes indicados (6).

El uso de la crioterapia pare el tratamiento o la prevención del dolor muscular ha recibido poca atención por parte de la comunidad científica y los pocos estudios realizados han producido resultados inconsistentes.

Se ha encontrado que la aplicación tópica de crema de salicilato de trietanolamina al 10 % ha aliviado el dolor muscular por algunas horas, luego de su aplicación (5). Las drogas antinflamatorias no esteroides han tenido un mínimo suceso en la reducción del dolor muscular (5). Las drogas inhibidoras de las prostaglandinas tampoco han demostrado efectividad ante esta situación (l5).

La poca información disponible del efecto de las vitaminas, especialmente la C y la E, sobre el dolor muscular ha demostrado un efecto mínimo. Sin embargo, se deberá investigar más profundamente el efecto de las vitaminas sobre los danos musculares. Recordemos que muchas vitaminas son antioxidantes que pueden proteger a las células de los daños causados por los radicales libres. Estos últimos son estructuras químicas altamente reactivas y se pueden producir por el ejercicio intenso (16).

RESUMEN

Un ejercicio intenso y poco habitual puede producir daños a las fibras musculares. Entre los ejercicios que producen daños musculares encontramos al maratón, carreras de piques, entrenamientos de pesas, carreras en descenso, y otros ejercicios que incluyan contracciones de tipo excéntrico. Para documentar el daño muscular, se ha utilizado el análisis de biopsias musculares, tomadas luego de sesiones de entrenamientos intensos. Entre otros indicadores de lesión muscular se encuentran la prolongada pérdida de fuerza, la disminución del rango de movimiento, el dolor y la rigidez muscular, así como la elevación de proteínas musculares en sangre. En casos muy raros, el daño muscular puede determinar problemas renales, especialmente si está acompañado de deshidratación y estrés térmico.

El dolor muscular y la disminución del rendimiento del mismo pueden durar entre 5 y 10 días. Durante este tiempo, la capacidad física puede estar afectada y dificultar un óptimo entrenamiento. El proceso de recuperación produce un efecto adaptativo por el cual el músculo se hace más resistente a subsecuentes daños inducidos por el ejercicio físico. Con un corto período de entrenamiento físico que sea específico al ejercicio que se desea realizar, se puede producir el efecto adaptativo. El acondicionamiento físico previo es el medio más efectivo para acelerar la recuperación luego de un ejercicio intenso. El mecanismo que explica el daño y el proceso de reparación no han sido identificados, justificando ulteriores investigaciones.

SPORT SCIENCE EXCHANGE (ANEXO)

Todos alguna vez hemos experimentado molestias musculares, 2 a 3 días luego de un ejercicio inusual e intenso. Esta situación puede suceder al inicio de un programa de entrenamiento o cuando la intensidad y la cantidad del mismo se incrementa en forma inusual. Los ejercicios que producen dolor muscular también determinan disminución de la fuerza y del rango de movimiento. Estos cambios pueden durar entre 5 y 10 días, y probablemente sean debidos al daño que sufren las fibras musculares. En casos muy raros, los daños musculares inducidos por el ejercicio físico pueden producir lesiones renales, especialmente si el ejercicio es acompañado por estrés térmico y deshidratación.

Los ejercicios excéntricos de alta intensidad son los que determinan mayor daño muscular. Durante los ejercicios excéntricos, el músculo genera fuerza mientras se alarga. La mayoría de los movimientos incluyen actividades excéntricas. Por ejemplo, los músculos de las piernas realizan una actividad de tipo excéntrica a medida que el pie va apoyándose sobre el suelo, durante la carrera. Sin embargo, ciertos ejercicios como la carrera en descenso y bajar pesos, enfatizan este tipo de contracciones.

La lesión muscular producida por el ejercicio es reparada por el cuerpo y durante el proceso de reparación se presenta un proceso de adaptación al mismo. Este proceso hace que el músculo se haga más resistente a las sesiones subsecuentes de ejercicio intenso e igualmente acelera el proceso de recuperación. Inclusive luego de un corto período de acondicionamiento físico se produce este proceso adaptativo. Los músculos adoloridos determinan una disminución de su fuerza, por lo que entrenar en esta condición, lo hace menos efectivo, y puede inducir a mayores daños y lesiones. La mejor forma de prevenir o reducir el daño muscular es el acondicionamiento previo de carácter progresivo.

PARA OPTIMIZAR EL ENTRENAMIENTO

1. Cualquier programa de entrenamiento deberá comenzar en forma lenta. Evitar contracciones intensas de tipo excéntrica hasta que el entrenamiento se encuentre ya bien encaminado.
2. Incrementar la intensidad y la duración de los entrenamientos en base a un programa que debe ser gradual.
3. Cuando sienta molestias musculares, descanse o reduzca la intensidad del entrenamiento.

Cita Original

Clarkson, Priscilla. Demasiado y muy Rápido: Las Consecuencias del Ejercicio Excesivo. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Vol. 6 Nº 16. 1998.