PubliCE, (PubliCE) 2004

Case Study

Los Movimientos Rápidos en el Entrenamiento de la Fuerza Provocan la Descarga de los Músculos y Limitan las Adaptaciones del Desarrollo de la Fuerza en el Recorrido Total de Movimiento

Brian D Johnston[1]

[1]*Fitness Logistics, Exercise and Performance Testing Center, Sudbury, ON Canada P3A 6C1.*

RESUMEN

Las recomendaciones varían significativamente con respecto a cuan lento o rápido debe una persona ejercitarse durante el entrenamiento de la fuerza, y esta variación va desde protocolos balísticos/explosivos hasta protocolos Superlentos® con contracciones concéntricas de 10s y contracciones excéntricas de 10s. El propósito de nuestro experimento fue determinar el grado de tensiones producidas y experimentadas por los tejidos cuando se mueven bajo diferentes condiciones por medio de una celda de carga digital y un programa de trazado de curvas. Se concluyó que hay poca diferencia en las tensiones generadas o experimentadas hasta que los sujetos intentaron mover una carga de manera explosiva, para lo cual las tensiones inicialmente se incrementaron hasta un 45% para luego reducirse en un 85.6% durante la mayoría del tiempo de tensión de la repetición. A partir de estos hallazgos, es aparente que los sujetos deberían moverse lentamente para mantener la tensión a través de todo el recorrido de movimiento del ejercicio y evitar las altas fuerza experimentadas con el entrenamiento explosivo y el consecuente incremento de lesiones en los tejidos.

Palabras Clave: indicador de fuerza, cadencia, momento, tensión muscular

INTRODUCCION

Una recomendación común en el campo del entrenamiento de la fuerza es la realización de movimientos explosivos y de movimientos balísticos/explosivos, refiriéndose el primero de ellos a acelerar una resistencia lo más rápido posible, mientras que el último (el concepto de balístico) se refiere a la implementación de la energía acumulada en los tejidos estirados para rebotar una carga, seguido de una rápida aceleración. Sin tener en cuenta las razones filosóficas de las metodologías particulares de entrenamiento, lo cuestionable son los resultados y la seguridad del entrenamiento de la fuerza controlado realizado con velocidades lentas a moderadas en oposición al entrenamiento de la fuerza

balístico/explosivo. Muchos estudios han demostrado que no hay diferencia en las ganancias de fuerza y potencia entre el entrenamiento lento y el entrenamiento explosivo, aunque hay estudios que afirman que se pueden alcanzar resultados superiores con los métodos de entrenamiento lento, probablemente debido a que los músculos son mantenidos con una tensión constante a través de todo el recorrido de movimiento.

Mikesky et al. (1) concluyeron que el entrenamiento lento produce mayores ganancias de hipertrofia, y Newton y McEvoy (2) hallaron que el entrenamiento de la fuerza con movimientos lentos mejoraba la velocidad de lanzamiento de béisbol y la fuerza en press de banca (6RM), mientras que el entrenamiento explosivo llevado a cabo mediante lanzamientos de balones medicinales no provocó mejoras en el lanzamiento de béisbol y provocó una pequeña mejora en la fuerza en press de banca. Es obvio que la fuerza en press de banca no mejorará mucho con el lanzamiento de balones medicinales, debido al Principio de Especificidad, pero la falta de resultados en el lanzamiento de béisbol está en contradicción con la filosofía popular de que el ejercicio explosivo provocará mejoras en actividades deportivas de tipo explosivo. Otro estudio llevado a cabo por Westcott et al. (3) demostró que los movimientos lentos (series de cinco repeticiones con 10s para la fase concéntrica, un segundo de pausa y 4 segundos para la fase excéntrica) en el entrenamiento de la fuerza produjeron mayores ganancias en la fuerza en comparación con una cadencia más corta de movimiento (series de diez repeticiones con 2s para la fase concéntrica, 1s de pausa y 4 segundos para la fase excéntrica). Los resultados estuvieron basados en la evaluación de la mejora del rendimiento durante el ejercicio, y no por otras evaluaciones de la fuerza muscular neta.

Se ha hipotetizado que los movimientos lentos producen mayores ganancias de fuerza (e inevitablemente potencia) en comparación con los movimientos rápidos, probablemente debido a la mayor y más consistente tensión a través del recorrido de movimiento del ejercicio, y posiblemente sea así. Sin embargo, hasta la fecha esto no ha sido explorado con la profundidad suficiente como para producir representaciones gráficas de lo que ocurre realmente durante la acción muscular. La cuantificación del desarrollo de la tensión muscular durante contracciones a diferentes velocidades puede mejorar nuestro entendimiento de las implicancias de “moverse lento” en oposición a “muy rápido”, en la prescripción de programas de ejercicios efectivos y seguros. Consecuentemente, el propósito de este estudio fue desarrollar y registrar un experimento para determinar las tensiones que ocurren bajo diferentes condiciones de velocidad, aceleración y cadencia para una determinada acción muscular (ejercicio).

METODOS

Sujetos

Con 25 años de experiencia que incluyen varios de los métodos más comunes de ejercicio, tales como entrenamiento de alta intensidad, entrenamiento tradicional de gran volumen, fisicoculturismo, levantamiento de potencia y levantamiento de pesas olímpico, el autor fue el sujeto de evaluación. La utilización de un entusiasta altamente experimentado en el ejercicio garantizaría la consistencia y la precisión del rendimiento durante el ejercicio, la consistencia en la mecánica y de la calidad de evaluación en comparación con un sujeto elegido al azar con poca o moderada experiencia.

Procedimientos

El ejercicio elegido fue el press de hombros en polea, como se muestra en la secuencia fotográfica presentada más abajo. El press de hombros es un ejercicio común para desarrollar la fuerza del hombro y del tríceps para la mejora del rendimiento en deportes que involucran la extensión del brazo, tales como por ejemplo el lanzamiento de la bala, el lanzamiento en el fútbol americano o en el básquetbol. La versión del press de polea para este ejercicio permitió la fijación de una celda de carga (capacidad 225kg), entre la agarradera y el cable. El registro de los datos con el indicador de tensión; graficados utilizando el programa WinWdge (recolección de 12punt.).

s/s; datos buscados y recuperados cada 50ms) por medio de un indicador digital de fuerza Dillon Quantrol AFTI (±0.1% de precisión con una tasa pico de captura de 2000Hz que es sensible a 0.01kg de tensión), comenzó en la posición de extensión (Figura 1), luego se llevó hasta la posición inferior (foto del medio) y finalmente se levantó hasta la posición de extensión (derecha, 3); es decir el movimiento se realizó desde la fase excéntrica a la concéntrica. La distancia recorrida fue de 61.5cm, aunque estuvo cerca de los 66.7cm con el protocolo balístico/explosivo a medida que el brazo y el hombro tiraban hacia abajo para incrementar e implementar la energía acumulada resultante.

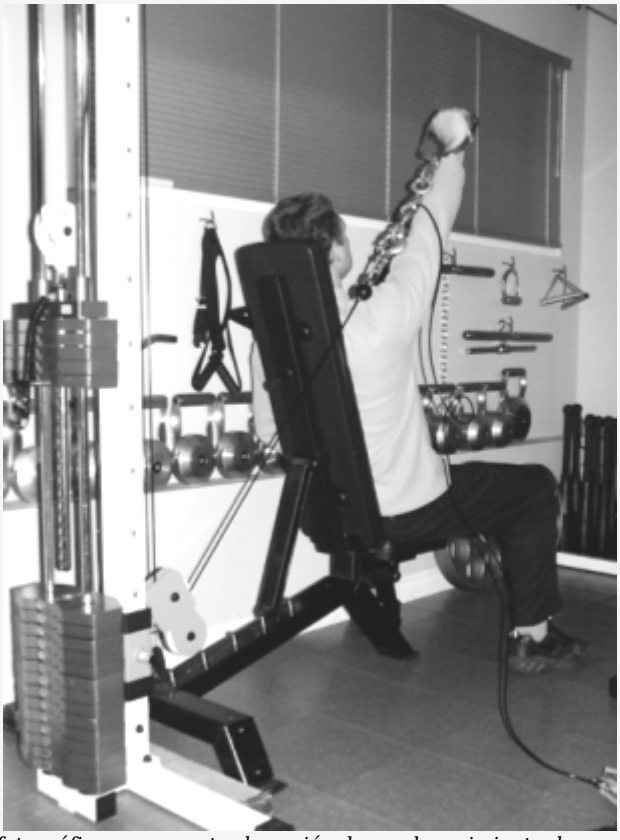


Figura 1. *Secuencia fotográfica que muestra la acción de en el movimiento de press de hombro sentado.*

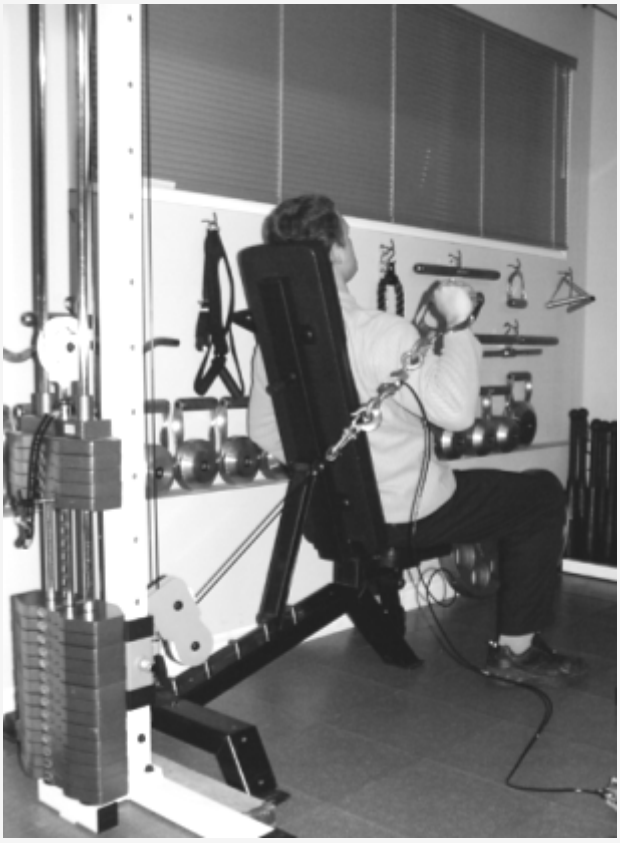


Figura 2. *Secuencia fotográfica que muestra la acción de en el movimiento de press de hombro sentado.*

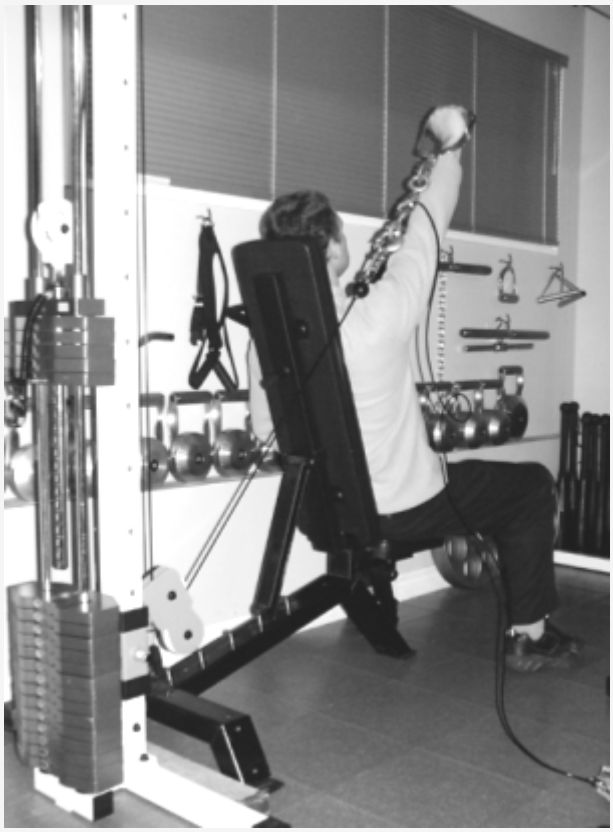


Figura 3. *Secuencia fotográfica que muestra la acción de en el movimiento de press de hombro sentado.*

Los protocolos evaluados con este ejercicio y presentados en este estudio son los siguientes:

- Protocolo Superlento® con 10s para el movimiento descendente y 10s para el ascendente.
- Un protocolo reducido del anterior con 5s para el movimiento descendente y 5s para el ascendente.
- Un protocolo Nautilus con 4s para la fase descendente y 5s para la fase ascendente.
- Un protocolo explosivo que implico la aceleración de la carga lo más rápido posible hasta la posición superior, luego de una fase excéntrica controlada de 2s.
- Un protocolo balístico que implico el descenso de la carga en aproximadamente 2s, rebotar en la posición de estiramiento, y entonces acelerar la carga lo más rápidamente posible hasta la posición superior.

La carga utilizada (incluyendo el peso del hardware de la celda de carga y la agarradera de la polea) fue de 15.4kg. Se debería señalar que los entrenamientos explosivos y balísticos con frecuencia emplean cargas más livianas en comparación con el entrenamiento lento controlado, para permitir una mayor aceleración. Sin embargo, para mantener la consistencia entre los protocolos, se utilizó la misma carga, la cual fue una carga liviana con respecto a la capacidad del sujeto, y que representó aproximadamente 52% de su 1RM en este ejercicio. No se utilizó una mayor carga debido al riesgo de lesión que es inherente a los ejercicios explosivos y balísticos.

También se incluyeron dos minutos de recuperación entre cada protocolo de levantamiento, para evitar cualquier tipo de fatiga, sin importar lo mínima que esta pudiera ser, y que pudiera influenciar el rendimiento del sujeto y/o la mecánica entre las evaluaciones.

El sujeto se sentó en un banco con la espalda apoyada, con las piernas y el brazo opuesto relajados, para evitar de esta manera los cambios en la posición corporal. Esto permitió registrar solo las mediciones de tensión y de impulso producidas directamente por el brazo y el hombro extendido o, al menos, con el mayor control posible bajo estas condiciones. Ciertamente la medición de las fuerzas generadas y experimentadas sería mayor si se le hubiese permitido al sujeto la

utilización de otros músculos, lo que es común en los ejercicios con movimientos balísticos y explosivos.

RESULTADOS

La Figura 4 muestra los datos crudos de un sujeto y muestra algo del desorden inicial a medida que el sujeto se colocaba en posición. El sujeto entonces descendió la carga durante 10s, lo cual muestra ondulación en la tensión entre 12.61kg y 13.43kg (aproximadamente entre los puntos 23-143 de los datos). Se requirió menos tensión muscular para bajar la carga de 15.4kg debido a la menor fricción de la máquina ya que, de otra manera, la carga no podría haber sido bajada sino que hubiera permanecido estática o se hubiera levantado. Cuando la carga fue levantada, la cantidad de tensión muscular y la carga fueron casi iguales (un máximo de 17.74kg en un punto). Luego del punto 232 de los datos se puede observar algún desorden, lo cual coincidió con el momento en el que el sujeto colocó la agarradera de la polea a su lado.

Algo para destacar también es la línea errática producida por el sujeto, como resultado de ejercitarse contra una carga en un ambiente inestable (característico de los ejercicios en máquinas de polea), debido a que los músculos debieron trabajar para hallar el centro de equilibrio dentro del plano de movimiento. El movimiento nunca es perfectamente suave, aunque se hubiese producido una línea mucho más suavizada (aunque aún errática en cierta proporción) si el ejercicio se hubiese realizado con una trayectoria controlada. En efecto, y particularmente cuando se realiza un movimiento en forma lenta, los músculos están en un constante estado de flujo, entre la aceleración y la desaceleración en un intento de controlar la velocidad relativa al tiempo, y a medida que más rápido es el movimiento, más suave aparecerá la curva de fuerza cuando es medida y graficada.

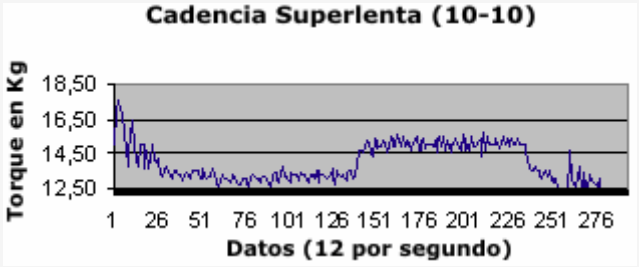


Figura 4. *Producción continua a partir de la celda de carga durante la secuencia de ejercicio descrita en la Figura 1, utilizando el protocolo 10-10s.*

La siguiente evaluación fue la realización del ejercicio con una cadencia igual a la mitad de la velocidad de movimiento utilizada para la cadencia superlenta (5s-5s), como se muestra en la Figura 5. Con la cadencia 5s-5s la fase excéntrica del movimiento puede observarse entre los puntos 78 y 78 de los datos (una vez que el sujeto se "adaptó"), con tensiones que fluctuaron entre 12.11 y 13.88kg. La porción concéntrica del movimiento (aproximadamente puntos 78 a 130 de los datos) tuvo un promedio de 15.5kg, pero resultó en una tensión máxima de 16.06kg; 0.32kg mayor que la mayor tensión registrada con el protocolo 10-10. A partir de esta información, se determinó que hay muy poca diferencia en la tensión producida/experimentada por los músculos cuando se mueven a una cadencia de 10-10 o a una cadencia de 5-5, y un protocolo parece provocar tanta tensión muscular (y seguridad) como el otro.

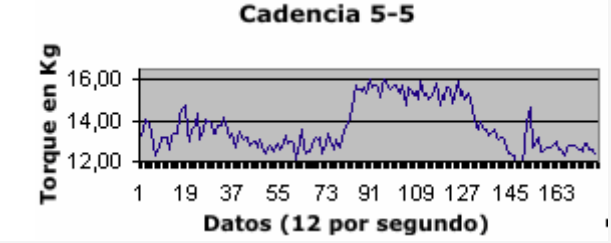


Figura 5. *Producción continua del indicador de tensión durante la secuencia de ejercicio descrita en la Figura 1, utilizando el*

protocolo 5-5s.

Otra cadencia común prescrita para el entrenamiento es el protocolo Nautilus con 4 segundos para la fase excéntrica y dos segundos para la concéntrica (protocolo 4-2), como se ilustra en la Figura 6. Los puntos 30-72 de los datos representan los 4s de fase excéntrica, donde la tensión fluctuó entre 12.21kg y 13.34kg (menor tensión total que la tensión excéntrica provocada tanto por el protocolo 10-10 como por el protocolo 5-5, lo cual indica que se requiere menor actividad muscular para bajar el peso rápidamente en comparación con el movimiento lento). La fase concéntrica de 2s (puntos 72-96 de los datos) tuvo un pico de tensión de 16.47kg, aproximadamente 0.73kg mayor al peso utilizado. El pico de tensión fue también solo 0.41kg mayor que el experimentado con la cadencia 5-5, y 0.73kg mayor que el experimentado con la cadencia 10-10.

El siguiente protocolo implico la realización de un movimiento explosivo desde una posición de "parada muerta" en la parte inferior del ejercicio de press de hombros y luego de una fase excéntrica de 2s. Como se revela en la Figura 7, hay menos consistencia con el entrenamiento explosivo, debido a que la cantidad de tensión producida en cada repetición es afectada por la fatiga y la motivación de acelerar la carga lo más fuerte posible. Con esto en mente, se registraron solo dos repeticiones, las que se muestran en la figura, y donde se observó un pico de tensión de 24.64kg ejercido en la primera repetición, para mover la carga de 15.42kg a una velocidad máxima.

La porción concéntrica del movimiento duró menos que 1s, y durante este tiempo, los músculos activos experimentaron muy poca tensión a través del recorrido total de movimiento, como lo muestra el dramático descenso de la tensión hasta un valor de 5.08kg durante la segunda repetición.

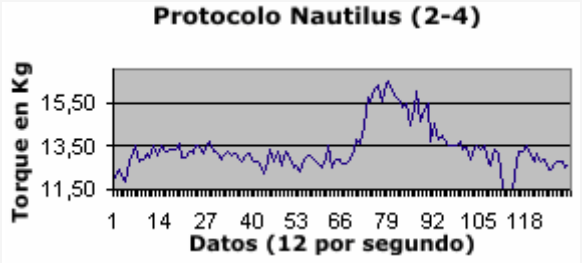


Figura 6. *Producción continua del indicador de tensión durante la secuencia de ejercicio descrita en la Figura 1, utilizando el protocolo 2-4s.*

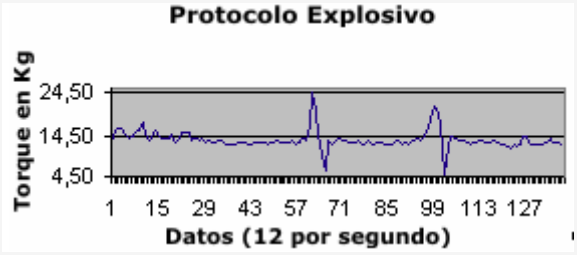


Figura 7. *Producción continua del indicador de tensión durante la secuencia de ejercicio descrita en la Figura 1, utilizando el protocolo explosivo.*

La Figura 8 presenta los datos de cuatro repeticiones realizadas con un rebote en la porción inferior del ejercicio y luego acelerando con el máximo esfuerzo. El mayor nivel de tensión ocurrió en la cuarta repetición con un valor de 28.63kg, y el nivel mínimo de tensión se observó en la primera repetición con una valor de 2.2kg. Al igual que con los gráficos previos, los puntos bajos son el resultado de que la carga está siendo movida hacia arriba (con la utilización de energía acumulada [sin torque muscular] y momento). Debido al momento, se produce una reducción en el desarrollo de tensión muscular (hasta casi eliminarse).

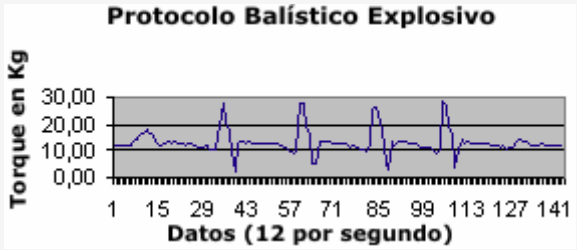


Figura 8. *Producción continua del indicador de tensión durante la secuencia de ejercicio descripta en las Figuras 1, 2 y 3; utilizando el protocolo balístico explosivo.*

La Tabla 1, muestra las tensiones más bajas, más altas y las promedio durante las fases concéntricas de cada protocolo. Los protocolos explosivo y explosivo balístico incluyen las menores y mayores tensiones registradas entre todas las repeticiones realizadas.

Protocolo	Menor Tensión Concéntrica	Mayor Tensión Concéntrica	Tensión Concéntrica Media
Superlento 10-10	14.29kg	15.74kg	15.02kg
5-5	14.79kg	16.06kg	15.43kg
Nautilus 4-2	15.74kg	16.47	16.11kg
Explosivo	5.08kg (2da repetición)	24.64kg (1ra repetición)	14.86kg
Balístico - Explosivo	2.22kg (1ra repetición)	28.63kg (4ta repetición)	15.43kg

Tabla 1. *Tensiones más bajas, más altas y promedio registradas durante la fase concéntrica de cada protocolo.*

DISCUSION

A partir de los datos registrados puede observarse que hay poca diferencia, con respecto a las tensiones producidas/experimentadas y con respecto al tema de la seguridad (i.e., el potencial de lesión como resultado de tensiones no deseadas y excesivas) entre los protocolos 10-10, 5-5, y 2-4. Sin embargo, se debería señalar que lo anterior es cierto solo si la mecánica corporal y la calidad de la forma (incluyendo la cadencia) permanecen consistentes desde el inicio hasta el final de la serie y entre todas las repeticiones y entre los protocolos, lo cual no siempre es el caso, y particularmente con movimientos complejos realizados con pesos libres, tales como la sentadilla. A veces no es la medida en los cambios en la tensión lo que es una preocupación para la seguridad, sino la distribución de las tensiones a lo largo de los tejidos y la alteración de la mecánica. Consecuentemente, lo mejor en cuanto a los errores por el lado de la seguridad sería moverse los “suficientemente lento” o más lento de “lo que uno piensa que debería” para evitar tensiones inusuales o altas, y al mismo tiempo estar consciente de la forma apropiada a lo largo de toda la serie. Ciertamente un sujeto experimentado podría controlar estos factores más efectivamente.

Lo que también es aparente es que para moverse rápido y hasta cierto punto crítico, deberán producirse mayores tensiones (observables y perceptibles) para recorrer la misma distancia de ROM, i.e., para mover un peso desde el punto A hasta el punto B. En esta instancia, el límite crítico es aproximadamente 2s, y en relación al movimiento de press de hombros en polea. Todo esto debería ser obvio ya que la mayor aceleración aplicada, para recorrer la misma distancia en menos tiempo, requerirá de mayor tensión muscular. Ciertamente se requirió de mayor tensión muscular para realizar los movimientos con la cadencia 5-5 que con la cadencia 10-10, pero las diferencias parecen ser casi insignificantes, y solo perceptibles cuando alcanzan un umbral particular, como lo demostró por ejemplo, la cadencia 4-2.

Cuando el movimiento se realiza rápidamente, como con el entrenamiento de la fuerza explosivo, las tensiones se incrementan significativamente (hacia arriba; 33.1 % mayor en comparación con las mayores tensiones observadas en los protocolos 2-4, 5-5 y 10-10), y parece que la única área del recorrido de movimiento que recibe la suficiente tensión es la

del comienzo del movimiento, justo cuando los músculos ejercen la tensión máxima (en el punto más débil y más vulnerable de los tejidos para la lesión!). Después de esto la tensión se reduce hasta tal punto que un atleta serio o un sujeto entrenado en la fuerza no consideraría a la carga apropiada ni siquiera para entrar en calor, y mucho menos para realizar una serie. En este caso, se experimentó una tensión baja 5.08kg aproximadamente en el 75% del recorrido total de movimiento.

El ejercicio balístico/explosivo parece implicar incluso menos tensión muscular a lo largo del recorrido completo de movimiento, aunque implica aun mayores tensiones en la parte inicial del movimiento, en la posición inferior (tensiones 42.47% mayores en comparación con las tensiones más altas observadas en los protocolos 2-4, 5-5 y 10-10), y esto es en parte resultado de la energía acumulada y no de la tensión muscular. Esto significa menos tensión muscular a lo largo del recorrido de movimiento total del ejercicio (y menores resultados en cuanto al desarrollo de la fuerza) y un mayor riesgo de lesión.

Se ha sugerido que los atletas que utilizan o requieren de la energía acumulada en sus respectivos deportes, tal como los lanzadores de bala, los saltadores de garrocha o los lanzadores de jabalina, se beneficiaran del entrenamiento de tipo balístico. Sin embargo, la mecánica específica, los patrones neurológicos y el grado de activación de los músculos durante cualquier movimiento en el entrenamiento de la fuerza no son específicos de los ejemplos deportivos provistos. En efecto, la mejora de nuestra capacidad a través del entrenamiento de la fuerza es algo muy diferente a demostrar esa capacidad en actividades diferentes que requieren de una mecánica diferente, de destrezas y aplicación de la fuerza, potencia y rapidez diferentes, tal como lo afirma el Principio de Especificidad. Esta conclusión ha sido respaldada repetidamente en el campo de la neurofisiología, desde 1949 (4), lo cual sugiere que cualquier grado de transferencia posible a partir del entrenamiento de tipo balístico a los deportes no es más relevante que el entrenamiento de la fuerza tradicional acoplado con entrenamientos específicos de la destreza deportiva (i.e., una actividad que incorpore la adaptación balística específica y su aplicación). Consecuentemente, cuando se desarrolla un programa de ejercicios para atletas que valen millones de dólares se debe considerar y tener en cuenta, el mayor riesgo de lesión inherente al entrenamiento de la fuerza balístico y explosivo en donde se observan mayores tensiones.

Además, la afirmación de que para obtener ganancias de fuerza en el recorrido total de movimiento, el entrenamiento de la fuerza debe cubrir el recorrido total de movimiento, ha sido cuestionada por algunos y aceptada por otros. Lo que hemos descubierto en nuestras instalaciones de entrenamiento y evaluación es que la capacidad para mejorar la fuerza en todos los ángulos con frecuencia resulta en la necesidad de ejercitar todos los ángulos, aunque en algunas instancias los cambios en el recorrido total son posibles con el entrenamiento en un recorrido parcial. Esto dependerá del individuo y de sus músculos. Sin embargo, aun cuando los músculos que producen resultados en el recorrido total de movimiento en todos los ángulos articulares, con entrenamientos de recorrido parcial de movimiento, los mayores cambios ocurren cuando se entrena con ejercicios en ángulos articulares específicos.

Estos hallazgos han sido respaldados por la investigación llevada a cabo por MedX Inc. y el Departamento Médico de la Universidad de Florida (5), en donde cada sujeto evaluado fue considerado individualmente. Resultados similares han sido hallados por Graves et al. (6), ya que sus sujetos produjeron los mejores resultados en un ángulo articular particular cuando se ejercitaron en ese ángulo articular, aunque se obtuvieron beneficios en el recorrido total de movimiento incluso con ejercitaciones de recorrido parcial. Graves probablemente podría haber obtenido resultados similares y variados tales como los nuestros y como los obtenidos en el estudio de la Universidad de Florida si cada sujeto hubiese sido considerado individualmente en lugar de promediar los resultados de un grupo. Tal como lo afirma un colega investigador, “los datos grupales siempre pueden enmascarar diferencias inter-grupales” (7).

En efecto, si el ejercicio explosivo y el ejercicio balístico/explosivo produce una mayor cantidad de tensión al comienzo del movimiento, pero con una reducción significativa de la tensión para la mayor parta/parte restante del movimiento, se podría concluir que dicho estilo de entrenamiento no producirá resultados en la fuerza en el recorrido total de movimiento o, como mucho, resultados en la fuerza en el recorrido total inferiores a los observados con un entrenamiento lo “suficientemente lento” como para mantener una tensión constante a través del recorrido de movimiento del ejercicio empleado. Ciertamente esto necesita ser considerado, además del hecho del incremento en las lesiones causadas por los movimientos rápidos durante el entrenamiento de la fuerza.

CONCLUSION

Este experimento fue realizado para descubrir cuanto momento esta involucrado en un ejercicio (el press de hombro en polea) a diferentes velocidades de movimiento y para descubrir cual es la duración de este momento. Este es un factor importante ya que, en efecto, si los cambios musculares son en parte el resultado del trabajo muscular, y si hay poco

trabajo impuesto sobre los músculos, entonces habría poco o ningún estímulo para producir cambios positivos en la fuerza muscular. Por lo tanto, la mejora en la fuerza muscular, particularmente en ángulos específicos (un tema importante para aquellos atletas que buscan mejorar y refinar la producción de potencia en posiciones corporales particulares), requiere de ejercicios deliberados y controlados más que de ejercicios balísticos/explosivos, los cuales producen una actividad muscular reducida (fuerza muscular neta) por medio del incremento en el momento y la energía acumulada.

Agradecimientos

Agradecemos a Dave Smith, Ph.D., del Chester College por proporcionar la mayoría de las referencias de investigación requeridas, y a CSC Force Measurements Inc. (www.cscforce.com) por proveer el hardware y el software necesario para el experimento.

Dirección para el Envío de Correspondencia

Brian D. Johnston, Fitness Logistics I.A.R.T., 5 Abigail Court, Sudbury, ON P3A 6C1 Canada. info@ExerciseCertification.com

REFERENCIAS

1. Mikesky AE, Matthews W, Giddings CJ, Gonyea WJ (1989). Muscle enlargement and exercise performance in the cat. *J App Sport Sci Res; 3: 85-92*
2. Newton RU, McEvoy KP (1994). Baseball throwing velocity: a comparison of medicine ball training and weight training. *J Strength Conditioning Res; 8: 198-203*
3. Westcott WL, Winett RA, Anderson ES, Wojcik JR, Loud RLR, Cleggert E, & Glover S (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal Sports Med & Phys Fit; 41: 50-54*
4. Lindeburg, F.A (1949). A study of the degree of transfer between quickening exercises and other coordinated movements. *Research Quarterly. 20: 180-195*
5. Jones, Arthur (1993). The Lumbar Spine, the Cervical Spine and the Knee: Testing and Rehabilitation. *pp. 82-85*
6. Graves, J.E., Pollock, M.L., Leggett, S.H., Carpenter, D.M., Fix, C.K., & Fulton, M.N (1992). Limited range-of-motion lumbar extension strength training. *Med Sci Sports Exerc;24:128-133*

Cita Original

Johnston BD. Moving Too Rapidly In Strength Training Will Unload The Muscles And Limit Full Range Strength Development Adaptation: A Case Study. JEPonline; 8 (3): 36-45, 2004.