Article

Variación de Cadencias Para Generar Hipertrofia Desde el Prisma de la Estética Corporal

Prof. Salvador Vargas Molina, PhD[1,2], Prof. Antonio Moreno Campos[1,2], Lic. Manuel Alejandro Bejarano Bache[2,3], Lic. Álvaro Linaza Bao, MD[1,2] y Manuel de Diego Moreno[1,2]

[1]*University of Wales (EADE Málaga)*
[2]*Physical Training and Sport*
[3]*Sevilla Fútbol Club, Primera División. Liga BBVA*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue investigar las distintas valoraciones existentes sobre las cadencias en las repeticiones y series enfocadas al aumento de hipertrofia muscular, concretamente dentro del prisma de la estética corporal y las posibles adaptaciones neurales que implican dichos cambios de cadencia. Analizaremos las velocidades de ejecución aconsejadas para sujetos de distintos niveles de entrenamiento. Al no haber una claridad aplastante en cuanto a que o cuál velocidad de ejecución es la más apropiada para generar hipertrofia (recordemos para estética corporal), pudiera ser muy aconsejable la utilización de diferentes cadencias de trabajo, que atiendan a activaciones concéntricas, excéntricas e isométricas.

Palabras Clave: programación, ritmos, velocidad ejecución, sección transversal, fuerza

INTRODUCCIÓN

Dentro del conglomerado del fitness y el ejercicio físico controlado, nos encontramos un objetivo claramente enfocado a la mejora de la composición corporal, se trataría concretamente del trabajo destinado a la estética corporal. Si separamos los dos componentes, un primero sería la disminución de los niveles de grasa. Un segundo, el cual vamos a tratar en este texto, sería el incremento de la sección transversal o masa muscular.

Para medir los incrementos o no de este parámetro, tenemos como medios más fiables a día de hoy, un método in vitro (la biopsia de tejidos) y dos métodos in vivo (la absorciometría radiológica de doble energía o DXA, y la Resonancia Nuclear Magnética o RNM).

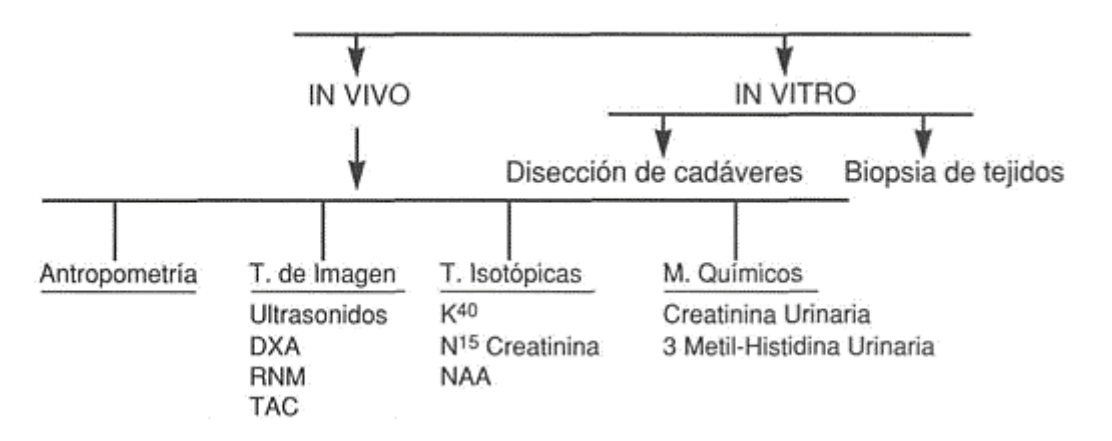

Figura 1. *Clasificación frecida por le Consejo Superior de Deportes en el año 2003, para cuantificar la composición corporal. Métodos "in vitro", "in vivo".*

Consejo Superior de Deportes, (2003)

Pero no sólo se tiene en cuenta en los estudios científicos el incremento o no de masa magra mediante la medición de la composición corporal con los métodos ya indicados, sino que se suele dar como un valor propicio para nuestro objetivo, tanto los incrementos de ciertas hormonas anabólicas (concretamente testosterona, testosterona libre y hormona del crecimiento, claros indicadores de un aumento de síntesis proteíca post ejercicio, y por tanto, aumento de sección transversal) como los niveles de lactato, post ejercicio también, (lo cual va a estar directamente relacionado con un incremento en la liberación de hormona del crecimiento posterior).

Por último, consideramos relevante los estudios electromiográficos en relación a la velocidad de ejecución o cadencia. Una mayor actividad electromiográfica produciría un mayor reclutamiento muscular.

Mediante estos parámetros los diferentes estudios pretenden determinar la efectividad de cierto sistema de entrenamiento compuesto de determinadas acciones musculares con una concreta velocidad de ejecución o cadencia, como más propicio para la ganancia de sección transversal o masa muscular.

DESARROLLO

Cuando programamos un entrenamiento con el objetivo de hipertrofia destinada a la estética corporal, nos basamos en una serie de variables o herramientas de programación, las cuales, bien combinadas, nos darían una orientación u otra dentro de las distintas manifestaciones del entrenamiento de fuerza.

Estas variables pueden cambiar con respecto a los distintos autores que las mencionan, pero por regla general, las más aceptadas serían: volumen, frecuencia, intensidad, velocidad de ejecución (también llamada cadencia o tempo), orden de los ejercicios y pausa entre series. Algunos autores diferencian también la pausa entre series, dentro de la densidad de trabajo (tiempo de trabajo por tiempo de descanso) (Nacleiro F., 2008; Heredia Elvar, 2007). Otros autores también consideran como variables: la elección de los ejercicios, la acción muscular empleada o incluso Willardson (2008) recomienda introducir el fallo muscular entre ellos. Pues bien, nuestro estudio trataría de la velocidad de ejecución (cadencia o tempo) en la repetición.

Velocidad de ejecución cadencia

Cuando tratamos la velocidad de ejecución (cadencia o tempo, según Polliquin 1997) nos referimos a la velocidad con la cual se realizan las acciones o activaciones dentro de una repetición perteneciente a una serie, es decir, la intensidad con la que el sujeto se propone vencer la resistencia que ofrece la carga, empeño que le supone mayor o menor activación neuromuscular, preactivación tendinosa e intención de vencer y/o desplazar la carga o, por el contrario, solo mantenerla suspendida o en tensión. En la mayoría de las salas de musculación de todo el mundo, existe la creencia generalizada de que el trabajo con cadencias lentas produciría un mayor reclutamiento fibrilar, una mayor síntesis proteica a posteriori y

consecuentemente un mayor anabolismo. Esta teoría, acertada o no, proviene de los círculos del fisioculturismo, especialistas desde el punto de vista experimental del trabajo de hipertrofia, entre otras cosas porque ese sería el objetivo prioritario, circunstancia que no se produce en ninguna otra disciplina atlética o deportiva. Estas otras disciplinas utilizarían o bien otras manifestaciones de la fuerza o la hipertrofia como medio para generar más sección transversal y obtener así unos niveles de fuerza y velocidad más altos, propios de cada modalidad deportiva. Debido a la recopilación de información que realizó Joe Weider a mediados del siglo pasado dentro de los círculos culturistas, consiguió elaborar posteriormente sus principios de entrenamiento del Sistema Weider. Uno de ellos hace referencia al principio de isotensión, que sería realizar las contracciones más lentas y controladas durante todo el recorrido de la serie, en otras palabras, sería mantener contraída la musculatura durante todo el movimiento de contracción de forma máxima permitida, idea que sigue patente en la actualidad en la metodología del trabajo culturista.

Si consideramos que la tensión a la que se ve sometido un músculo es un factor clave para que se produzca hipertrofia, no es lo mismo el tiempo total (tiempo bajo tensión, TUT) a la que se somete un músculo, que el momento o pico de tensión que se ejerce en la activación muscular en una repetición.

¿Qué dice la Ciencia al respecto?

Primeramente, debemos definir las activaciones o acciones concéntricas, excéntricas e isométricas. Y siguiendo las palabras de Earle, R.W. y Baechle, T. R. (2008), una acción concéntrica se produciría cuando un músculo supera la oposición de una carga acortando su longitud, una acción excéntrica sería cuando un músculo no puede desarrollar suficiente tensión y es superado por una carga externa, se alarga progresivamente. En una acción isométrica, los músculos generarían fuerza contra una resistencia, pero sin vencerla, acortarse, elongarse o generar movimiento articular.

Si tenemos que priorizar sobre un tipo de acción para la consecución de nuestro objetivo, generar hipertrofia, serían las activaciones excéntricas las que, parece ser, producirían mayor grado de hipertrofia. Roig M et al. (2009), en un meta-análisis realizado sobre 20 estudios, llegaron a esta conclusión. En el caso de Hather, Tesch, Buchanan y Dudley (1991), compararon entrenamientos puramente concéntricos, con entrenamientos concéntricos/excéntricos, obteniéndose mayores ganancias cuando entraron en juego las acciones excéntricas.

García Manso (1999), también apoya el entrenamiento excéntrico como base para una mayor hipertrofia. Ahora bien, debemos dejar claro que no serían el único tipo de acción la que conseguiría este efecto, sino que tanto concéntricas como excéntricas lo harían (Higbie E.J et al. 1996, Seger J.et al. 1998). De hecho, el trabajo de Durand DJ y col. (2003) en el que compararon las respuestas hormonales anabólicas de testosterona, testosterona libre, hormona del crecimiento (GH) y las concentraciones de lactato en 10 hombres que realizaron dos protocolos de trabajo, uno concéntrico y otro excéntrico (con lamisma carga de trabajo total en 12 series de 10 repeticiones en press-banca, extensiones de piernas, press-militar y curl de piernas al 80 % de la R.M, a 10 repeticiones, con 90 segundos de descanso entre series) demostró mayor liberación de GH, para el grupo concéntrico, habiendo una similitud en las concentraciones de testosterona y testosterona libre en concéntrico y excéntrico.

Kraemer et al. (2006) no encontraron diferencias significativas en cuanto a la segregación de testosterona y hormona del crecimiento respecto de los dos tipos de contracciones, concéntricas y excéntricas. En otro estudio publicado ese mismo año por Gillies EM et al., sobre un grupo de mujeres entrenadas en fuerza, se concluyó que el grupo que trabajó seis segundos de concéntrica y dos de excéntrica (en detrimento del grupo que lo hizo, seis segundos de excéntrica y dos de concéntrico), aumentó más la sección transversal de las fibras I y IIa después de 9 semanas de entrenamiento tres días semanales. En cuanto a las acciones isométricas, podemos mencionar, un estudio de Paulo Gentil y col. (2006), que comparó cuatro métodos de trabajo bajo tensión (TUT), un grupo hizo 10 RMs, otro súper lento, un tercer grupo oclusión vascular y el último que realizó acciones isométricas máximas. Como podemos observar en el gráfico, fueron las activaciones isométricas, las que produjeron un aumento superior en los niveles de lactato.

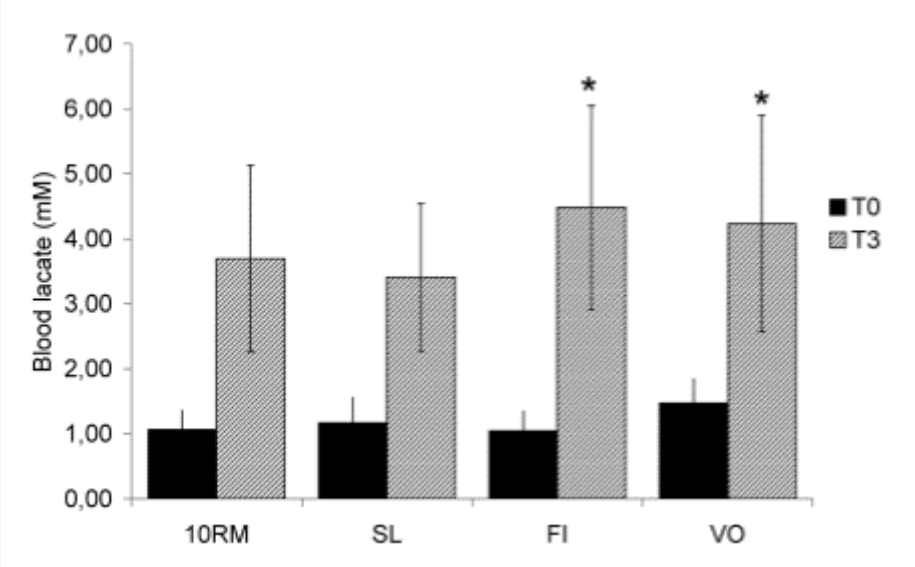

Figura 2. *Gráfica ofrecida en el estudio de Paulo Gentil, Elke Olivera y Martim Bottaro (2006), sobre cuatro medidas de lactato post ejercicio en cuatro modalidades de trabajo diferentes. A 10 RM, un trabajo súper lento, con oclusión vascular y el último que obtuvo más producción de lactato, en activaciones isométricas.*

Paulo Gentil, Elke Oliveira and Martim Bottaro (2006)

En cuanto a la cadencia de trabajo, que sería el propósito principal de nuestro estudio, tendríamos diversos estudios y autores que nos hablan de una mayor velocidad de realización de los movimientos, como más favorables (Tim N. Shepstone et al. 2005). Farthing JP y Chilibeck PD (2003) concretan aún más y afirman que el entrenamiento excéntrico a alta velocidad produciría unos aumentos de fuerza y de sección transversal muy superiores con respecto a cadencias más lentos o moderados. Igualmente Chapman D et al. (2006, 2008) también encuentran más daño muscular producido en el excéntrico rápido en contraposición de la activación lenta.

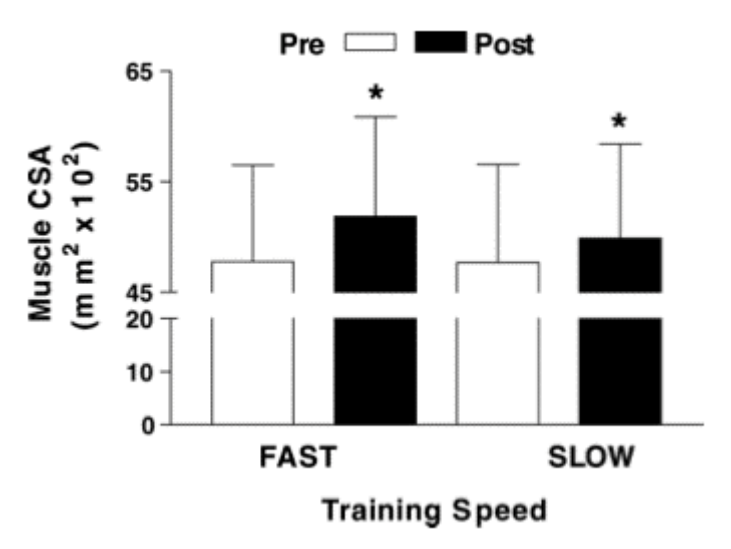

Figura3. *En esta gráfica de los autores, Tim N. Shepstone y col. (2005), nos muestran como se consigue más aumento de sección transversal con altas velocidades de ejecución.*

Tim N. Shepstone y col. (2005)

Ya en 2011, Roschel H. et al. no se decantan por ningún tipo de velocidad de ejecución, si lenta o rápida, para la consecución de hipertrofia, puesto que según los autores, la manipulación de cadencias en la activación excéntrica o negativa no influiría en las vías de señalización para la síntesis proteica, por lo que no habría prioridad a favor de altas o bajas cadencias. Un año antes el mismo autor, participó en otro experimento de Barroso R et al. (2010) en el que tampoco se encontraron variaciones respecto la aplicación de una velocidad u otra en excéntrico.

Kazushige Goto et al. (2008) demuestran que velocidades bajas de ejecución producirían unos niveles mayores de segregación hormonal, más concretamente de testosterona libre y catecolaminas. Un año después, el mismo grupo de trabajo, basandose también en las concentraciones hormonales, realizaron otro estudio con 4 grupos de trabajo distintos. El primero consistía en 5 segundos de concéntrica y 1 segundo de excéntrica; el segundo protocolo, 1 segundo concéntrica y 5 segundos excéntrica; el tercer protocolo, 3 segundos para cada contracción; el cuarto protocolo 1 segundo para cada contracción. Los resultados indicaron por un lado, que la concentración de lactato fue mayor después del entrenamiento 5 concéntrica y 1 excéntrica que el 1 concéntrica y 5 excéntrica. Los tres ensayos de movimientos lentos elevaron más la hormona del crecimiento que el ensayo de movimiento rápido, 1 segundo por 1 segundo. Sin embargo, se elevaron las concentraciones de cortisol sérico mucho más en el protocolo de 5 concéntrica y 1 excéntrica, que en los protocolos de 1 concéntrica y 5 excéntrica y que el de 1 segundo por contracción.

Mohamad NI et al. (2012) obtienen mejores resultados para un protocolo de velocidades bajas y cargas al 35% de la RM, en comparación a otro que usaba el 70% de RM y velocidad de ejecución rápida, proponiendo que esta diferencia se debió al tiempo bajo tensión realizado en el grupo de baja carga, puesto que los volúmenes estaban equiparados. El estudio de Brud NA et al. (2012) en el que se comparó dos grupos experimentales, ofreció como resultado una mayor síntesis proteica a las 6 horas, 24 horas y 30 horas después del entrenamiento, a favor de los ritmos lentos, una vez realizadas las biopsias pertinentes. De los dos grupos experimentales, el primero de ellos trabajó al 30 % de la RM, con una cadencia de 6 segundos, con un trabajo al fallo muscular y a la vez ingiriendo 20 gramos de proteínas de suero al terminar y otros 20g a las 24 horas, mientras que el segundo grupo realizó activaciones de 1 segundo (fase concéntrica y excéntrica).

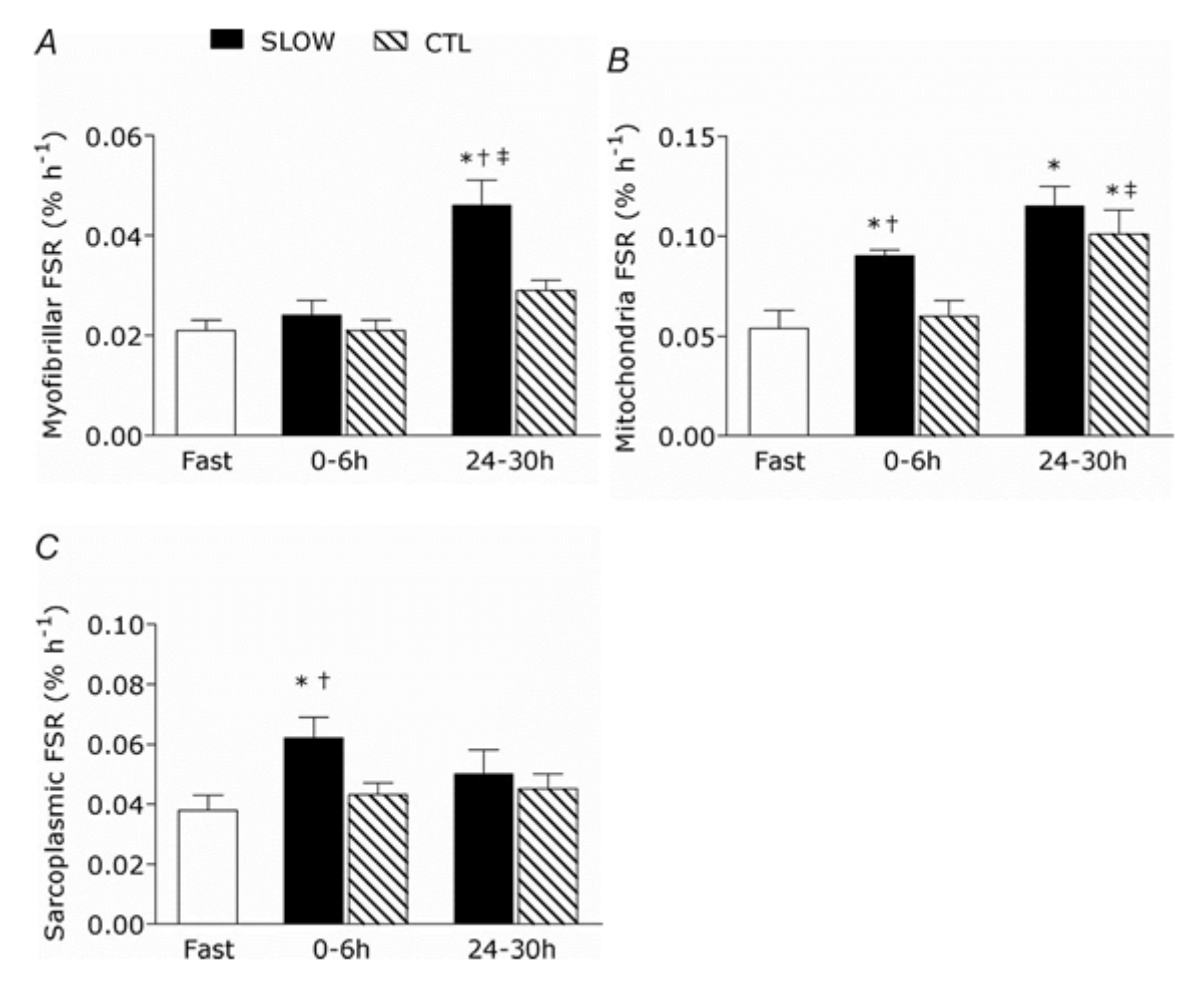

Figura 4. *En estas gráficas se observan las síntesis proteicas fraccionadas de los trabajos de Burd y col. (2012). Indicando las 6, 24 y*

30 horas post entrenamiento en combinación con cadencias lentas y rápidas.

Tasas de Síntesis de proteínas fraccionadas. Burd y col. (2012)

En cuanto a la relación entre la electromiografía y la velocidad de ejecución de las repeticiones, existe muy poca literatura científica al respecto.

Un estudio de Kuntze et al. (1986), en Cometti (2006), muestra los resultados de una prueba con el squat a medio recorrido, un grupo con una carga al 80% de la RM y ritmo rápido y el otro grupo al 60% de la RM y ritmo lento, en este estudio en concreto hubo más solicitación en el grupo al 80% y ritmo rápido.

Más reciente aún, tenemos un estudio realizado por autores de la Universidad de Sydney y de la Universidad de Juntendo, conjuntamente. Sakamoto A & James Sincler P (2012), midieron las actividades musculares bajo diferentes intensidades y velocidades de ejecución para el press-banca. Se midieron cinco intensidades desde el 40 al 80% de la RM y a 4 velocidades de ejecución distintas. La actividad eléctrica se midió en pectorales, deltoides y tríceps. Las mayores actividades se consiguieron en ritmos mayores y cargas mayores antes de producirse la fatiga, sin embargo, es curioso también como en la fase concéntrica se observó como en estos movimientos rápidos la actividad eléctrica iba decayendo en comparación con los ritmos lentos.

Ritmos para principiantes y sedentarios

Heredia Elvar et al. (2007), nos habla a modo de recomendación para principiantes que se utilicen velocidades bajas o moderadas. De esta manera también sería muy aprovechable para el aprendizaje de la técnica de los ejercicios. Por otra parte, realizar cadencias lentas favorecería un mayor control de la repetición y evitaría impulsos (García Manso, 1999).

Propuestas y consejos de distintos especialistas en el campo de la hipertrofia

Christian Thibaudeau (2007), defiende que el trabajo óptimo para la ganancia de masa muscular sería que el movimiento concéntrico debería ser rápido (1 o 2 segundos de velocidad de ejecución) y la excéntrica más lenta y controlada (cadencias entre 3 y 5 segundos).

Puesto que el tema que estamos tratando son las cadencias de trabajo, sería muy interesante hablar de uno de los métodos de entrenamiento del culturista Mike Mentzer (2002), creador del sistema Heavy Duty (HD, alta intensidad), concretamente del pre-estiramiento. Este método consistiría en realizar la fase negativa o excéntrica lentamente y cuando se llega al final del movimiento, justo cuando iniciamos la fase concéntrica, realizaríamos un movimiento rápido, con el objeto de activar el reflejo miotático para pasar a terminar la repetición con una activación concéntrica controlada con un ritmo moderado bajo. Las recomendaciones de Mentzer sería de unos 4 segundos en la fase excéntrica y 2 segundos en la concéntrica, incluso realizando algunos segundos de pausa entre una y otra activación para la fase isométrica.

Charles Polliquin (1997),nos propone para el trabajo de hipertrofia la variación de las cadencias de trabajo (tempo), y como observamos en la tabla, la fase concéntrica iría en unos márgenes entre 1 y 10 segundos y la excéntrica entre 4 y 10 segundos.

Parámetros para el trabajo de hipertrofia Polliquin (1991)	
Intensidad	60-82%
Repeticiones	6-20 R.M
Descansos entre series	2-4 minutos
Series	3-6
Tiempo en fase Concéntrica	1-10 segundos
Tiempo en fase Excéntrica	4-10 segundos
Duración total de la serie	20-70 segundos
Número de ejercicios a trabajar	6-12

Tabla 1. *Cuadro esquemático orientativo sobre los parámetros de trabajo propuestos por Charles Polliquin (1997), extraídos de su*

libro "Los principios de Polliquin". Recalcando los conceptos de Tempo en las fases concéntricas y excéntricas.

Este autor utiliza la denominación de tempo para este concepto. Su metodología para utilizar esta variable sería de tres cifras: una primera cifra que iría destinada al trabajo excéntrico, una segunda cifra al trabajo isométrico (que se produce entre el cambio de acciones en una repetición) y la tercera cifra al trabajo concéntrico. Cada cifra sería el tiempo de la velocidad de ejecución en segundos. Para el trabajo explosivo de máxima intensidad utiliza una X.

Un ejemplo de propuesta sería 301, en la que se realizarían 3 segundos de fase excéntrica, 0 segundos en la isométrica y 1 segundo en la fase concéntrica.

García Manso (2002) nos recomienda para aumentar el trabajo muscular y con ello el tiempo en el que se realizan los movimientos (TUT, tiempo bajo tensión, por sus siglas en inglés) reducir las cadencias y, con ello, conseguir una mayor tensión acumulada o tiempo de activación en todas las acciones, concéntricas, excéntricas e isométricas. Igualmente este autor nos habla de las posibilidades más utilizadas con este fin.

2-1-2	Igual duración en fase positiva y negativa
3-1-2	Fase positiva es algo más larga
2-1-4	La fase negativa es mayor
3-1-4	Ambas fases son largas
Técnica Culturista. La repetición de los 12 segundos (6-2-4)	

***Tabla 2**. Cuadro orientativo e informative ofrecido por García Manso (2002) sobre diferentes cadencias de trabajo para desarrollo de hipertrofia en el trabajo culturista.*

*En esta terminología, al contrario que la utilizada por Polliquin (1997), la primera cifra es la fase concéntrica y la última la excéntrica.

Schoenfield BJ (2010), nos habla en su estudio sobre los distintos mecanismos implicados en la construcción muscular, como son: tensión mecánica, estrés metabólico y daño muscular.

También expone que se produciría mayor tensión mecánica en la fase concéntrica si se realiza a máxima velocidad, favoreciendo la hipertrofia y, a su vez, recomienda para la fase excéntrica, que se haga de una manera controlada, con una duración aproximada de dos segundos.

En la variación está el progreso

Según todo lo expuesto con anterioridad, se observa con claridad cómo no hay una cadencia óptima para un mayor incremento de masa muscular. Como hemos podido apreciar, encontramos, por un lado, a los defensores de mayores incrementos con velocidades de ejecución rápidas y, por otro, los defensores de los cadencias lentas, por lo que pudiera ser muy recomendable la utilización de diferentes cadencias, es decir, variar la velocidad de ejecución, con el objeto de "engañar" al sistema neuromuscular, es decir, priorizar sobre el principio de la variedad. Jiménez (2003) nos habla de variar volúmenes e intensidad. Hay autores que proponen que dentro de la variable intensidad, se situaría la velocidad de ejecución o cadencia.

Por ejemplo, Herrera M (2013) en su tesis doctoral, utiliza la percepción subjetiva del esfuerzo en la velocidad de ejecución del movimiento durante el entrenamiento de fuerza y, a su vez, cita a varios autores, los cuales consideran esta variable como válida para medir la intensidad del entrenamiento (Pereira & Gómez, 2003, Kawamori&Half , 2004, Kawamori& Newton 2006, Sánchez Medina et al.,2006). A su vez, Jiménez (2003) nos cita en su trabajo sobre este propósito a Stone, Potteiger, Pierce et al. 2000. González Badillo (2002) también propone la "intensidad expresada como velocidad". Bompa (2006) variar el tipo de contracciones en las rutinas, variar la velocidad (lenta, media y rápida). Otros autores, también dan mucha importancia a la variedad o variación, Polliquín (1997), W.U. Boeckh-Behrens y W.Buskies (2000). Incluso Siff y Verkhoshansky (1996), en Tous (1999), nos habla del *tempo changing sets*, variación de la velocidad de ejecución durante una serie, realizando unas repeticiones más rápidas y otras más lentas ante la misma carga, variando el tiempo de duración de las fases concéntricas y excéntricas, para prevenir el estancamiento. Porque cuando se habla de utilizar la

variación como principio de entrenamiento, no significa sólo la variación de ejercicios, orden de los mismos, series, repeticiones, sino que también puede utilizar el tempo como variable, con el fin de que nuestro organismo no se adapte o habitúe a un estímulo concreto, sino que se vea sorprendido continuamente.

Asumiendo la importancia de la variación de los tempos de ejecución sobre las posibles adaptaciones en la estructura muscular y los distintos planteamientos sobre sus posibles respuestas hormonales y metabólicas expuestas en apartados anteriores, otros de los aspectos a tener en cuenta a la hora de plantearse los tempos de ejecución de un ejercicio son las posibles adaptaciones neurales y la repercusión de estas adaptaciones en el rendimiento y la salud del deportista.

Es mucha la bibliografía disponible desde hace años que relaciona el entrenamiento de fuerza con posibles adaptaciones neuromusculares. Knuttgen y Kraemer (1987) ya señalaban que "la producción de fuerza interna generada por un músculo y/o el sumatorio de fuerzas internas generadas por un grupo de músculos normalmente no correlaciona con la fuerza aplicada o fuerza externa"; González Badillo y Gorostiaga (1993) destacaban la importancia del trabajo neuromusucular y su repercusión sobre la manifestación de "fuerza útil" por parte del deportista.

Estas investigaciones están centradas en analizar los efectos de diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza máxima o explosiva, sobre factores como reclutamiento, velocidad de transmisión del impulso nervioso, coordinación intramuscular o arcos reflejos, (Hakkinen 1992); la mayoría de estas investigaciones destacan el papel de la variable velocidad de ejecución como requisito indispensable en la búsqueda de adaptaciones neurales. Kaneko (1983) siguiendo el principio de especificidad de entrenamiento y sitúan dichas adaptaciones en las primeras semanas de entrenamiento (Moss, 1997), sobre todo en sujetos no familiarizados con este tipo de entrenamientos.

Otro de los planteamientos más importantes que aborda la relación entre la velocidad de ejecución y sus posibles repercusiones neuromusculares es el concepto de "intención de movimiento explosivo" planteado por algunos autores a partir de la investigación de Behm and Sale (1993) donde exponen la "importancia de la intención por parte del deportista de mover la carga con la mayor velocidad posible a fin de conseguir los mayores estímulos neuromusculares", independientemente de la manifestación externa de la velocidad de desplazamiento de la carga. Por lo que parece razonable plantearse que velocidades de ejecución lentos que demanden gran cantidad de trabajo neural también van a provocar las adaptaciones señaladas en el deportista.

Debemos tener en cuenta que independiente del objetivo de entrenamiento que presenta el deportista y aún asumiendo la mayor importancia de la búsqueda de adaptaciones estructurales en un contexto de estética corporal, el logro de adaptaciones neurales es un "requisito indispensable" Tous (1997) pensando en el posible rendimiento deportivo de este deportista, sin olvidar la relación entre las posibles adaptaciones neurales y la prevención de lesiones. Hübscher M (2011).

En esta línea de relación entre las adaptaciones neuromusculares del deportista y la prevención de lesiones, muchos son los autores que destacan el papel de algunas adaptaciones neuromusculares tales como las mejoras propioceptivos o los arcos reflejos como mecanismos claves en la prevención de lesiones deportivas (Enoka, 1996).

Así las nuevas tendencias de entrenamiento de la fuerza están centradas en la búsqueda de la mayor adaptación neuromuscular por parte de los deportistas Roschel H (2011), independientemente del contexto de entrenamiento en el que se sitúen, bajo este paradigma parece claro que decantarse por la alternancia en la ejecución puede ser la alternativa con mayor fundamento desde la perspectiva neuromuscular.

CONCLUSIÓN

En vista de la enorme diferencia entre sujetos y la poca unanimidad en cuanto a las cadencias más adecuadas para generar hipertrofia (siempre desde el punto de vista de la estética corporal y no con el fin de la búsqueda del rendimiento deportivo) y trás analizar las posibles repercusiones estructurales, neurales y metabólicas, podría ser recomendable la utilización de distintos tempos o cadencias de trabajo, y así, acentuar el denominado principio de la variación. Por una parte, en la fase excéntrica podríamos utilizar tanto cadencias lentas, como rápidas y en la fase concéntrica si bien los tempos rápidos producen un mayor pico de tensión (mayor tensión mecánica) propicio para hipertrofia, también hemos visto otros beneficios a favor de las cadencias lentas (mayor tiempo de activación/trabajo muscular) lo cual produciría también otro tipo de beneficios. No deberíamos tampoco olvidar y por tanto incluir, el trabajo isométrico. Por último, consideramos muy interesante para nuestro fin la utilización en todas las cadencias cuya intención de movimiento no sea máxima, la utilización del denominado principio de isotensión (tanto en excéntrico, concentrico, como isométrico) pues nos aportaría un mayor reclutamiento de fibras y mayor tensión muscular.

REFERENCIAS

1. Barroso R, Roschel H, Ugrinowitsch C, Araújo R, Nosaka K, Tricoli V (2010). Effect of eccentric contraction velocity on muscle damage in repeated bouts of elbow flexor exercise. *Appl Physiol Nutr Metab. 35(4).:534-40.* doi: 10.1139/h10-042.
2. Behm, DG, Sale DG (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J. Appl. Physiol. 74:359–368.*
3. Boeckh-behrns, WU, Buskies W. (2005). Entrenamiento de la Fuerza. *Editorial Paidotribo. isbn: 84-8019-793-5.*
4. Bompa, T, Cornacchia Lorenzo J. (2006). Musculación Entrenamiento Avanzado. *Editorial Hispano Europea.*
5. Burd NA, Andrews RI, West DW, Little IP, Cochran AJ, Hector AJ, Cashaback JG, Gibala MJ, Potvin JR, Baker SK, Phillips SM (2011). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *j physiol. 590(pt 2).:351-62.*
6. Chapman D, Newton M, Sacco P, Nosaka K (2006). Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Int J Sports Med. 27(8).:591-8.*
7. Chapman DW, Newton M, Mcguigan M, Nosaka K (2008). Effect of lengthening contraction velocity on muscle damage of the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc. 40(5).:926-33.* doi: 10.1249/mss.0b013e318168c82d.
8. Cometti G. (2005). Los métodos modernos de musculación. *Editorial Paidotribo. ISBN 9788480193894.*
9. Consejo Cuperior de Deportes (2003). Métodos de estudios de composición corporal en deportistas. *ministerio de educación y ciencias. Deposito legal m-14322-2009.*
10. Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O'neal S, Hebert EP, Kraemer RR (2003). Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports exerc.35(6).:937-43.*
11. Enoka BM (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J, Appl. Physiol. 81:23392346*
12. Farthing, JP, Philip D, Chilibeck, PD. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol. 89: 578–586.*
13. Nacleiro .F (2008). Variables a considerar para programar y controlar las sesiones de entrenamiento de fuerza. *G-SE 5/12/2008. g-se.com/a/983.*
14. García Manso, J.M. (2002). La Fuerza. *ed. Gymnos. Madrid.*
15. Gentil P, Oliveira E, Bottaro M (2006). Time under tension and blood lactate response during four different. *resistance training methods. Journal of Physiological Anthropology.*
16. Gillies EM, Putman CT, Bell GJ (2006). The effect of varying the time of concentric and eccentric muscle actions during resistance training on skeletal muscle adaptations in women. *Eur j Appl Physiol. 2006 jul;97(4).:443-53.*
17. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda y, Takamatsu K (2009). Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol. 106(5).:731-9.* doi: 10.1007/s00421-009-1075-9.
18. Goto, K, Takahashi, K., Yamamoto, M, & Takamatsu, K. (2008). Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. *The Journal of Physiological Sciences. 58 (1). 7-14.*
19. Hather BM , Tesch PA, Buchanan P , Dudley GA . Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. Acta Physiol Scand. (1991). oct;143(2). *:177-85.*
20. Higbie, E.J, Cureton, KJ, Warren, G.L, Prior, B.M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol. 81(5).:2173-81.*
21. Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. (2010). Mar;42(3). *:413-21.*
22. Heredia Elvar JR, Isidro Donate F, Chulvi Medrano I, Costa MR, Soro J (2007). Determinación de la carga de entrenamiento para la mejora de la fuerza orientada a la salud (Fitness Muscular). *G-SE. 26/03/2007. g-se.com/a/729*
23. Tous Fajardo J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: ergo, (1999). isbn: 84-605-9935-3.
24. Little, John. (2002). High-Intensity training the Mike Mentzer way. *Mcgraw-hill. asin b006b7ltis.*
25. Herrera Díaz M. (2013). Tesis Doctoral. *Monitorización de la intensidad del entrenamiento de la fuerza mediante la percepción subjetiva de la velocidad. Universitat Valenciana.*
26. Jiménez Gutiérrez A, De Paz Fernández JA ,Aznar Laín S (2003). Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. *http://www.efdeportes.com/ revista digital - Buenos Aires - año 9 - n° 61.*
27. Mohamad NI, Cronin JB, Nosaka KK (2012). Difference in kinematics and kinetics between high- and low-velocity resistance loading equated by volume: implications for hypertrophy training. *J Strength Cond Res. 2012 jan;26(1).:269-75.* doi: 10.1519/jsc.0b013e31821f48de.
28. Moss, B.M., Refsnes PE, A. Abildgaard, Nicolaysen K, Jensen J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, crosssectional area, load-power and loadvelocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 75:193–199*
29. Kaneko, M, Fuchimoto T, Toji H, Suei K. (1983). Training effects of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci. 5:50–55*
30. Polliquin, C. (1997). The polliquin principles. *Dayton writers group 1541 third st. napa ca 94559.*
31. Reeves ND, Maganaris CN., Longo S, Narici MV. (2009). Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp Physiol, 94(7).:825-33.*
32. Roig, M, O'brien, K, Kirk G, Murray R, Mckinnon P, Shadgan B, Reid WD. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *J Sports Med. 43(8).:556-68.*

33. Roschel H, Ugrinowistch C, Barroso R, Batista MA, Souza EO, Aoki MS, Siqueira-Filho MA, Zanuto R, Carvalho CR, Neves M, Mello MT, Tricoli V (2011). Effect of eccentric exercise velocity on akt/mtor/p70(s6k). *signaling in human skeletal muscle. Appl Physiol Nutr metab. 36(2).:283-90.*
34. Schoenfield BJ (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res.24(10).:2857-72.* doi: 10.1519/jsc.0b013e3181e840f3.
35. Schwarzenegger A. (1992). Enciclopedia del culturismo. *Editorial Mártínez Roca. Barcelona. isbn 84-270-16-13-1.*
36. Seger JYj, Arvidsson B, Thorstensson A. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *Eur J Appl Physiol Occup physiol. 79(1).:49-57.*
37. Shepstone TN, Tang JE, Dallaire S, Schuenke, MD, Robert S, Staron RS, Phillips SM. (2005). Short-term high- vs. *low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. J Appl Physiol. 98:1768-1776.*
38. Thibaudeau C (2007). El libro negro de los secretos del entrenamiento. *Editorial f. Lepine. isbn 978-0-9783194-5-8.*
39. Kraemer RR, Hollander DB, Reeves GV, Francois M, Ramadan ZG, Meeker B, Tryniecki JL, Hebert EP, Castracane VD (2006). Similar hormonal responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. *Eur J Appl Physiol. 96(5).:551-7.*