

Monograph

Un Enfoque Práctico de la Puesta a Punto

M Wilson¹ y Gabriel J Wilson²¹Florida State University, Tallahassee, Florida.²University of Illinois, Urbana, Illinois.

RESUMEN

La puesta a punto es una técnica en la cual se realiza la reducción sistemática de la carga de entrenamiento para facilitar el pico fisiológico de la aptitud física. La puesta a punto es una técnica compleja porque la carga se puede reducir mediante el manejo de numerosas variables, tales como la intensidad, el volumen, la duración y la frecuencia del entrenamiento. Una gran cantidad de estudios se han dedicado a analizar la combinación óptima de estas variables. El propósito de este artículo es llenar el vacío que existe entre la investigación y la práctica relacionado con la puesta a punto.

Palabras Clave: puesta a punto, entrenamiento, entrenamiento reducido, desentrenamiento, rendimiento

INTRODUCCION

Es posible que los atletas que están presionados por alcanzar el éxito o por terceros no descansen lo necesario para satisfacer las necesidades de su cuerpo. Se desesperan por mejorar y progresar y sienten que el tiempo libre puede retrasarlos en el entrenamiento. Al no descansar ni permitir que el cuerpo se recupere completamente, se fatigan cada vez más y el rendimiento comienza a declinar. Inicialmente, el sobreentrenamiento puede producirse en un intento de hacer que el rendimiento vuelva a su nivel original, sin embargo el resultado final puede ser el estancamiento y el desgaste (8).

Se ha clasificado como sobreentrenados a los atletas que experimentan déficits persistentes en el rendimiento a pesar de realizar 6 semanas de descanso (5). La prevalencia de este fenómeno queda demostrada a partir de los datos estadísticos que indican que el 10% de los atletas de resistencia parecen sufrir de sobreentrenamiento una vez al año (5). Aunque hay mucha disonancia cognoscitiva respecto de cuales son los indicadores del síndrome de sobreentrenamiento y cual es el tratamiento adecuado, el único consenso es que el sobreentrenamiento es, en parte, el resultado del incremento constante en la carga de entrenamiento (8, 9, 17). Por lo tanto, es clara la necesidad de reducir la carga de entrenamiento para tratar y prevenir de manera óptima el sobreentrenamiento. La pregunta es ¿cuánto debería reducirse la carga de entrenamiento? Una posición extrema es interrumpir el entrenamiento por completo. Sin embargo, los resultados indican que la discontinuidad temporaria de la actividad física lleva al desentrenamiento que se define de la siguiente manera: "la pérdida parcial o total de entrenamiento causa adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de rendimiento" (21). En una revisión extensa Mujika y Padilla (21) hallaron que un cese de corta duración en el entrenamiento (< 4 semanas) dio como resultado la reducción de numerosos parámetros del rendimiento incluyendo una reducción del 8-13% en la fuerza de los extensores de la rodilla, una reducción del 13% en la potencia de nado, la reducción del 20% en la concentración de glucógeno muscular, una reducción de entre el 3% y el 14% en el VO₂máx, una reducción de entre el 4% y el 25% en el rendimiento de resistencia, y una disminución en la sensibilidad a la insulina, en las enzimas oxidativas, y el área de sección cruzada, entre otros indicadores importantes del rendimiento. Basados en estos hallazgos, Zatsiorsky y Kraemer

(31) presentaron la ley del entrenamiento continuo de la siguiente manera:

“Los descansos prolongados en el entrenamiento deterioran la aptitud física y el rendimiento deportivo. La desadaptación sucede de manera inevitable. Se produce el desentrenamiento. Luego de un período de inactividad prolongado, un atleta debe comenzar desde un nivel disminuido de aptitud física. Se pierde tiempo y esfuerzo innecesariamente en recuperar el nivel de aptitud física anterior al descanso. Al igual que en el montañismo, si se desea alcanzar la cumbre de una montaña alta, ¿por qué se va a llegar a mitad de camino, regresar a la base y luego trepar la montaña entera? Si se desea tener éxito en el deporte se deben obedecer las leyes del entrenamiento. La necesidad de un entrenamiento continuo es una de esas leyes”.

En contraste con la detención del entrenamiento, el mantenimiento de la intensidad del entrenamiento con una disminución parcial en el volumen ha mostrado provocar un incremento del 8- 9% en la fuerza de extensión de la rodilla (18), un incremento del 5-25% en la potencia de nado (7, 15, 29), un incremento del 8-15% en la concentración de glucógeno muscular (26), y un incremento del 6% en el VO_2 máx (23). Esta técnica de disminución sistemática de la carga de entrenamiento para facilitar un pico fisiológico de la aptitud física se conoce como puesta a punto.

La puesta a punto es un procedimiento complejo porque se puede reducir la carga a través del manejo de numerosas variables, tales como la intensidad, el volumen, la duración y la frecuencia del entrenamiento. Se han dedicado una gran cantidad de investigaciones a estudiar la combinación óptima de estas variables. El propósito de este artículo es llenar el vacío entre la investigación y la práctica relacionado con la puesta a punto. Este artículo incluye los fundamentos teóricos, los beneficios esperados y la prescripción óptima del entrenamiento para atletas principiantes y experimentados, de deportes anaeróbicos y aeróbicos y proporciona aplicaciones prácticas para llevar a cabo la puesta a punto. Una actividad anaeróbica se puede definir como un evento de intensidad máxima y supramáxima de corta duración (< 5 minutos) que depende principalmente de las vías de energía anaeróbica (por ejemplo, ATP-CP y la glucólisis) (4). Una actividad aeróbica se puede definir como un evento de intensidad submáxima de larga duración (> 30 minutos) que principalmente depende de las vías de energía aeróbica (por ejemplo, la fosforilación oxidativa) (4). Este artículo hace hincapié en los factores periféricos, tales como los cambios en la composición corporal y la energía del tejido muscular, mientras que los factores centrales y neuromusculares, tales como los cambios en los patrones de reclutamiento, sólo se discuten brevemente. Para este artículo, se definió a los individuos principiantes como aquellos que cuentan con solo 1 año de experiencia de entrenamiento, y a los individuos experimentados como aquellos que han tenido más de 1 año de experiencia de entrenamiento.

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LA PUESTA A PUNTO

Banister et al. (2) proporcionaron un modelo matemático de 2 factores acerca del rendimiento humano. Este modelo sugiere que un atleta debería verse como un sistema que recibe una entrada en forma de impulso de entrenamiento y produce una salida en forma de rendimiento. Para el entrenamiento de la fuerza, el impulso se calcula mediante el peso levantado multiplicado por la cantidad de repeticiones que se realicen en un ejercicio dado (es decir, todo el trabajo realizado). El modelo sugiere que el impulso de entrenamiento lleva al aumento tanto de la aptitud física y como de la fatiga y que el rendimiento es el resultado de la diferencia entre estas dos variables (2). Un ejemplo de ganancia en la aptitud física sería una capacidad incrementada para reclutar unidades motoras, mientras que un ejemplo de fatiga sería un daño muscular incrementado. El modelo es útil porque hace que atletas, entrenadores y científicos admitan que el estrés puede provocar incrementos en la fatiga y en la aptitud física de manera simultánea, en lugar de ser sólo una simple relación de causa y efecto como proponen otros modelos populares, como el modelo de la supercompensación. Para una discusión en profundidad refiérase a Chiu et al. (6).

En pocas palabras, el modelo básico de la supercompensación sugiere que un estímulo fatigante, inicialmente provoca una disminución en la preparación de un atleta, lo cual a su vez provoca la supercompensación de los parámetros fisiológicos por encima de los niveles previos al entrenamiento. Por ejemplo, se ha demostrado que la reducción del glucógeno muscular lleva a un mayor almacenamiento de glucógeno muscular cuando se suministran los carbohidratos adecuados. A la inversa, en el modelo de aptitud física y fatiga, la fatiga y la aptitud física están presentes de manera simultánea. Si bien por lo general se piensa que la fatiga tiene un efecto inicial más elevado en el atleta que la aptitud física, las ganancias en la aptitud física tienen mayor estabilidad y por lo tanto se mantienen por más tiempo que la fatiga (6). Por ejemplo, la fatiga puede derivar en una disminución inicial del 4% en la fuerza en una repetición máxima luego de una sesión de entrenamiento con sobrecarga. En unos pocos días, cuando la fatiga se ha disipado, los efectos de la aptitud física más estables, pero de menor magnitud pueden permitir un rendimiento del 1% al 2% mayor que los niveles iniciales. Sin embargo, después de semanas de entrenamiento, se puede acumular fatiga hasta llegar a un punto en el que más entrenamiento contribuirá más a la fatiga que a la aptitud física, derivando en el estancamiento o en la disminución en el

rendimiento (3). Por lo tanto, es necesario un período en el que se disminuya el impulso de entrenamiento antes de la competencia para que la aptitud física subyacente pueda mostrarse verdaderamente.

GANANCIAS ESPERADAS EN EL RENDIMIENTO

El objetivo fundamental de la puesta a punto es maximizar el rendimiento y las numerosas variables subyacentes que afectan el rendimiento. Se han reproducido con exactitud estudios realizados sobre la puesta a punto en una amplia gama de deportes y actividades, incluyendo el ciclismo (18), la carrera (21), la halterofilia (19), el triatlón (3), y la natación (7, 15). En base a esta literatura, un atleta puede esperar los siguientes cambios fisiológicos y ganancias en el rendimiento luego de una puesta a punto (16, 23, 24, 30):

- Una mejora del 5-6% en las variables de criterio que afectan el rendimiento de competencia.
- Hasta un 20% de incremento en la potencia, la función neuromuscular y la fuerza.
- Un incremento de entre el 10% y el 25% en el área de sección cruzada del tejido muscular.
- Una mejora del 9% en el VO_2 máx.
- Hasta un 8% de incremento en la economía de la carrera.
- Los cambios en la frecuencia cardíaca de reposo, submáxima y máxima, y en la presión sanguínea luego de un período de puesta a punto no son claros, pero en general permanecen sin alteraciones.
- Hasta un 15% de incremento en el volumen de eritrocitos.
- Hasta un 70% de disminución en el daño muscular post ejercicio, indicado por la concentración de creatina kinasa.
- La testosterona sérica, un indicador del anabolismo, puede incrementarse en aproximadamente un 5% con una reducción correspondiente del 5% en la hormona catabólica cortisol.
- Las concentraciones de catecolaminas, productoras del estrés y el sobreentrenamiento, pueden reducirse hasta un 20%.
- Un 10% de incremento de las células inmunes antiinflamatorias, con su disminución concomitante de las citoquinas inflamatorias.
- La puesta a punto también propicia estados de ánimo afectivos positivos. Los resultados indican que la puesta a punto puede reducir el índice de esfuerzo percibido, la depresión, el enfado y la ansiedad, e incrementar la energía.
- La puesta a punto parece reducir los trastornos de sueño, pues se señala una reducción del 40% en los movimientos durante el sueño después de una puesta a punto.

Además de estos cambios fisiológicos y psicológicos, también se ha demostrado que la puesta a punto afecta las reservas de glucógeno muscular y la grasa corporal. No obstante, estos efectos dependen de la dieta. Reducir el volumen de entrenamiento a la vez que se mantiene un consumo calórico puede dar como resultado un leve incremento de la grasa corporal. Por lo tanto, los atletas a los que les interesa la composición corporal pueden disminuir levemente el consumo calórico mientras realizan la puesta a punto. Se ha hallado que las reservas de glucógeno muscular se incrementan de manera proporcional a la reducción de la duración y el volumen de la puesta a punto. El incremento puede variar desde un 17% hasta un 34%. Este valor puede incrementarse alrededor de un 15% si aumentan los carbohidratos durante la puesta a punto (i.e., de un 48% a un 78% del consumo calórico). Por lo tanto, los atletas a los que les interesa el pico de rendimiento después de la puesta a punto deberían realizar una carga de carbohidratos durante la misma.

COMO IMPLEMENTAR LA PUESTA A PUNTO DE MANERA OPTIMA

Las variables que pueden manejarse durante la puesta a punto incluyen la intensidad, la frecuencia, el volumen y la duración del entrenamiento y el tipo de puesta a punto que se lleva a cabo.

Intensidad

Se define como intensidad a un porcentaje de un rendimiento máximo. Los ejemplos de las intensidades máximas incluyen la fuerza en una repetición máxima en el entrenamiento con sobrecarga y, el VO_2 máx y la frecuencia cardíaca máxima en eventos de resistencia. La investigación indica que reducir la intensidad da como resultado una disminución del rendimiento en las actividades aeróbicas y anaeróbicas independientemente de la experiencia de entrenamiento (12, 23, 26, 28). Por ejemplo, Hickson et al. (12) hallaron que una disminución del 30-60% en la intensidad durante una puesta a punto de 15 semanas disminuyó el rendimiento aeróbico y anaeróbico en aproximadamente un 20-30% y el pico de VO_2 en aproximadamente un 7-10%. Contrariamente, Shepley et al. (26) hallaron que un incremento del 20% en la intensidad del

entrenamiento, con una reducción concomitante en el volumen de carrera desde 80 km hasta 10 km durante una puesta a punto de 1 semana, dio como resultado un incremento del 22% en el tiempo de la carrera y un incremento del 15% en las concentraciones de glucógeno muscular en corredores de media distancia entrenados. En conjunto, los resultados sugieren que los atletas que participan en deportes aeróbicos y anaeróbicos deberían mantener o incrementar levemente la intensidad del entrenamiento durante la puesta a punto.

Volumen y Duración

Se define como volumen al total de trabajo realizado y en el entrenamiento de la fuerza se calcula a través del producto entre las series y las repeticiones (1). Cuando la tarea que se tiene como objetivo requiere que el participante acarree su cuerpo a través de largas distancias, como en la natación, el ciclismo o la carrera, el volumen se puede determinar por la distancia cubierta o la duración de la actividad. Los estudios indican que la reducción óptima en el volumen durante la puesta a punto depende de la carga de entrenamiento previa, la duración de la puesta a punto y la experiencia del atleta.

Mujika y Padilla, en una extensa revisión de estudios que utilizaron principalmente atletas experimentados (23) indicaron los beneficios de reducir el volumen, en un 50-70% para eventos anaeróbicos (22, 29) y en un 50-90% para eventos aeróbicos (18, 25). Un modelo de simulación reciente realizado por Thomas y Busso (28) con participantes de resistencia no entrenados descubrió que las reducciones óptimas de volumen deberían variar entre un 30% y un 40%. Thomas et al. (28) sugirieron que la diferencia entre sus hallazgos y aquellos de Mujika et al. (23) se pueden atribuir a la capacidad de los atletas entrenados de mantener cargas de entrenamiento mayores y por lo tanto de acumular más fatiga que los individuos no entrenados. Thomas et al. respaldaron esta opinión, al observar que 15 semanas de entrenamiento seguidas de un breve ciclo de *overreaching* en el que el entrenamiento se incrementó en alrededor de un 20% dio como resultado la necesidad de reducir el volumen más de un 10% para optimizar la puesta a punto en comparación con 15 semanas de entrenamiento normal. Del mismo modo, las reducciones de volumen mayores se vuelven necesarias cuando las duraciones de entrenamiento previas son mayores. Por ejemplo, un estudio que evaluó reducciones en el volumen del 30%, 50% y 75% durante la puesta a punto mostró que la reducción del 50% era óptima luego de 3 semanas de entrenamiento en ciclistas masculinos (25). Sin embargo, una puesta a punto de 1 semana después de 15 semanas de entrenamiento en corredores de media distancia mostró que una reducción de volumen del 85% dio como resultado disminuciones significativas en el consumo de oxígeno submáximo, en el tiempo de carrera de 5 km y en el gasto de energía (13).

Se desconoce si la experiencia en el entrenamiento tiene algún efecto en las actividades anaeróbicas. No obstante, se propone la posibilidad de establecer un umbral mínimo de volumen de entrenamiento, que es necesario para mantener o mejorar el rendimiento. Por ejemplo, un pesista experimentado y otro principiante pueden realizar 30 y 10 series, respectivamente, de ejercicios de flexión y extensión de rodilla por semana. En tal caso, una reducción de alrededor del 70% en el volumen aún les permitiría a los atletas experimentados realizar 9 series de ejercicios de piernas por semana. Sin embargo, una reducción de alrededor del 70% en el volumen para los atletas principiantes daría como resultado sólo 3 series de ejercicios de piernas por semana, lo cual no sería un volumen total suficiente para mantener las adaptaciones.

La duración óptima de la puesta a punto depende de la reducción del volumen y las cargas de entrenamiento previo. Los estudios sobre la puesta a punto revisados por Mujika et al. (23) mostraron que los resultados varían de 1 a 4 semanas de duración para las actividades anaeróbicas y aeróbicas; sin embargo, la mayoría de los estudios duraron menos de 15 días. Thomas et al. (28) observaron que en los atletas de resistencia principiantes, la duración óptima de la puesta a punto fue de 20 y 30 días para un entrenamiento previo normal y de *overreaching*, respectivamente. Thomas et al. (28) sugirieron que si una puesta a punto se lleva a cabo por menos de 20 a 30 días, el volumen de entrenamiento debería reducirse a un grado mayor que el volumen óptimo recomendado de 30% a 40%. Con puestas a punto de 1 a 2 semanas de duración, el volumen se puede reducir alrededor de un 70% y 90% para atletas de resistencia principiantes y experimentados, respectivamente.

Sin duda, determinar el volumen y la duración óptimos de la puesta a punto es una tarea desafiante, y no se pueden dar recomendaciones con extrema precisión. No obstante, en base a la investigación reciente, se pueden ofrecer las siguientes pautas generales para los atletas experimentados de deportes aeróbicos y anaeróbicos:

- Para un nivel de fatiga mínimo (i.e., < 4 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería ser de entre 7 a 10 días de duración, con una reducción del 50% en el volumen de entrenamiento.
- Para un nivel moderado de fatiga (i.e., > 3 meses de entrenamiento normal), la puesta a punto debería durar de 10 a 20 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 60% a un 75%.
- Para un nivel máximo de fatiga (i.e., después de un ciclo de entrenamiento de *overreaching*), la puesta a punto debería durar de 14 a 28 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 60% a un 90%.

En base a la investigación de Thomas et al. (28), se pueden ofrecer las siguientes pautas generales para los atletas de resistencia principiantes:

- Para un nivel de fatiga mínimo (i.e., < 4 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería variar de 7 a 10 días de duración, con una reducción del 30% en el volumen de entrenamiento.
- Para un nivel de fatiga moderado (i.e., > 15 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería durar 20 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 30%.
- Para un nivel de fatiga máximo (i.e., después de un ciclo de entrenamiento *overreaching*), la puesta a punto debería durar 30 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 40%.

En la actualidad la investigación sobre con atletas de deportes anaeróbicos principiantes es incompleta, y por lo tanto no se pueden dar recomendaciones consistentes.

Frecuencia

Se define como frecuencia de entrenamiento a la cantidad total de sesiones de entrenamiento realizadas para una habilidad, una tarea o una parte del cuerpo determinada en un período determinado. El tiempo estimado es, por lo general, de una semana (18). La investigación sobre eventos aeróbicos indica que la frecuencia de entrenamiento puede mejorar el rendimiento cuando se la reduce de un 20% a un 50% en individuos mínima o moderadamente entrenados (23). Sin embargo, en un estudio se observó que, el mantenimiento de la frecuencia en individuos altamente entrenados en resistencia produjo un mejor rendimiento después de la puesta a punto, mientras que la reducción de la frecuencia en alrededor de un 30% no produjo cambios en el rendimiento (20).

En la actualidad, no hay estudios que hayan investigado los efectos de reducir la frecuencia de entrenamiento en deportes anaeróbicos. Se cree que cualquier beneficio que derive de la reducción de la frecuencia de entrenamiento se produce a través de las reducciones de volumen (20). Sin embargo, los estudios en el terreno anaeróbico sugieren que el volumen se puede optimizar utilizando frecuencias de entrenamiento más elevadas. Esta sugerencia es firmemente respaldada por estudios que han evaluado la planificación del entrenamiento de la fuerza, la potencia y la adquisición de destrezas. Por ejemplo, Häkkinen y Kallinen (11) investigaron los efectos de la distribución del volumen en las adaptaciones neuromusculares en 10 atletas de fuerza de elite. Con el volumen constante, los participantes incrementaron la fuerza y el área de sección cruzada muscular cuando el volumen se dividió en 2 sesiones diarias, en lugar de en una sola sesión. En contraste, no se produjeron cambios en el rendimiento ni en el área de sección cruzada cuando se realizaron todas las series en una sola sesión de entrenamiento. En otro estudio, 3 series de entrenamiento con sobrecarga, divididos en 3 días, produjeron incrementos mayores al 38% en la fuerza que la práctica de las mismas 3 series en una única sesión de entrenamiento (19). Estos hallazgos sugieren que distribuir el volumen en unidades más pequeñas y más frecuentes puede crear óptimas condiciones para la hipertrofia muscular y las adaptaciones neurológicas decisivas para los eventos anaeróbicos. Un fundamento teórico es que las frecuencias más altas mantienen el hábito de las habilidades técnicas (19) y facilitan los posibles incrementos de la aptitud física y finalmente en el rendimiento durante un período de carga de entrenamiento disminuida.

En base a esta investigación se recomienda que los atletas de resistencia principiantes deberían mantener o reducir levemente la frecuencia de entrenamiento durante la puesta a punto ($\leq 20\%$) (23), mientras que los atletas de deportes aeróbicos experimentados y los atletas de deportes anaeróbicos principiantes y experimentados deberían mantener la frecuencia de entrenamiento durante la puesta a punto.

Tipos de Puesta a Punto

Una última variable a tener en cuenta es el formato en el que se utiliza la puesta a punto. En líneas generales, en la literatura se han utilizado 3 formatos de puesta a punto. Al primero se lo conoce como puesta a punto en escalón e incluye una disminución completa e inmediata en el volumen de entrenamiento (i.e., disminuir el volumen en alrededor de un 50% el primer día de la puesta a punto y mantenerlo a lo largo de toda la puesta a punto). Los últimos 2 formatos son de carácter progresivo e incluyen disminuciones de volumen lineares y exponenciales. Una puesta a punto linear implica disminuir el volumen de manera progresiva, en forma linear (i.e., en alrededor de un 5% de los valores iniciales en cada sesión). Por último, se puede utilizar la puesta a punto exponencial, en la que el volumen disminuye en un índice proporcional a su actual valor en un modo no linear.

Si se considera el ejemplo de un atleta cuyo volumen tiene una vida media de 2 días, simplemente significa que cada 2 días, el volumen del individuo habrá disminuido a la mitad. Por ejemplo, si un grupo de corredores de distancia en un principio corrió 12 millas por día al comenzar una puesta a punto, 48 horas más tarde, reducirá el volumen a 6 millas. Dos días después, las 6 millas volverán a disminuir a la mitad, teniendo que correr un total de 3 millas. El factor clave es que la reducción del volumen se produce en relación al valor de volumen restante en el día evaluado, en lugar de un porcentaje del valor original, como ocurre en una puesta a punto linear. Por último, las puestas a punto exponenciales se pueden incorporar con un ritmo de disminución relativamente rápido o lento.

La literatura sobre el formato óptimo de la puesta a punto es limitada. Banister et al. (3) evaluaron por primera vez el

formato óptimo de la puesta a punto para eventos aeróbicos y anaeróbicos, con un grupo de 11 triatletas *Ironman*. El experimento duró 94 días y consistió de un período de entrenamiento riguroso de 31 días, seguidos de una puesta a punto de 2 semanas, a las que le siguió otro período de entrenamiento riguroso de 33 días, seguido de otra puesta a punto de 2 semanas. Las evaluaciones de criterio fueron el rendimiento y la potencia durante una carrera de 5 km. A los participantes de la primera puesta a punto se los dividió en 2 grupos; el grupo 1 realizó una puesta a punto en escalón con una reducción del volumen del 22%, y el grupo 2 realizó una puesta a punto exponencial con una vida media de 3.5 días y una reducción de volumen del 31%. La utilización de una puesta a punto exponencial provocó la reducción del tiempo de carrera en aproximadamente un 4% e incrementó la potencia máxima en aproximadamente un 5% por encima de los valores iniciales. La puesta a punto en escalón no afectó el tiempo de carrera de 5 km, pero incrementó la potencia en un 1%.

A los participantes de la segunda puesta a punto también se los dividió en 2 grupos: una puesta a punto exponencial de disminución rápida (i.e., vida media de 2.8 días) y una puesta a punto exponencial de disminución lenta (i.e., vida media de 5.5 días). Las reducciones de volumen a lo largo de la puesta a punto fueron del 65% y 50% para las condiciones exponenciales de disminución rápida y lenta, respectivamente. Utilizar una puesta a punto exponencial lenta disminuyó el tiempo de carrera en 5 km aproximadamente un 2.4% e incrementó la potencia máxima en aproximadamente un 3.6% por encima de los valores iniciales. La puesta a punto exponencial de disminución rápida disminuyó el tiempo de carrera en 5 km aproximadamente un 6.3% e incrementó la potencia aproximadamente un 7%. Estos resultados indicaron que una puesta a punto exponencial produce mayor potencia que una puesta a punto en escalón y que una puesta a punto de disminución rápida incrementa la potencia a un grado mayor que una puesta a punto de disminución lenta. En las disminuciones en el tiempo de carrera de 5 km se observaron tendencias similares; no obstante, las diferencias inter-grupo para el tiempo de carrera en 5 km no fueron significativas.

La variable desconcertante en estos resultados es el volumen. La puesta a punto exponencial obtuvo un 30% menos de volumen que la puesta a punto en escalón, y la puesta a punto exponencial rápida obtuvo un 24% menos de volumen que la puesta a punto exponencial lenta. Aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, con un tamaño de muestra mayor, probablemente hubieran cobrado significación. Por lo tanto, es posible que reducir el volumen, en lugar del formato de la puesta a punto, al menos parcialmente, contribuye a obtener mayor potencia y tiempos de carrera más veloces.

Atletas principiantes	Carga de entrenamiento antes de la puesta a punto	
	Normal	Overreaching
Volumen	Desconocido	Desconocido
Duración (d)	Desconocida	Desconocida
Intensidad	Mantenida o levemente incrementada	
Frecuencia	Mantenida	
Tipo	Desconocido	
Atletas experimentados	Normales	Overreaching
Volumen	Reducción de 50-75%	Al menos 75%
Duración (d)	7-20	14-28
Intensidad	Mantenida o levemente incrementada	
Frecuencia	Mantenida	
Tipo	Desconocido	
Cuándo implementar la puesta a punto	Antes de un certamen, un entrenamiento de mantenimiento, en un programa periodizado, en condiciones de sobreentrenamiento.	
Dieta	Los atletas a los que les interesa la composición corporal deberían disminuir levemente el consumo calórico al realizar una puesta a punto. Los atletas a los que les interesa el pico de rendimiento después de la puesta a punto deberían realizar una carga de carbohidratos durante la puesta a punto.	

Tabla 1. Resumen de los métodos óptimos de puesta a punto para atletas de deportes anaeróbicos.

En el experimento de simulación realizado por Thomas et al. (28) mencionado anteriormente también se evaluó el formato óptimo de puesta a punto para los atletas de resistencia principiantes. Este estudio comparó la puesta a punto en escalón con la linear progresiva y la disminución óptima para la puesta a punto exponencial. No hubo diferencias entre la puesta a punto en escalón y la linear progresiva con un entrenamiento normal. Sin embargo, una puesta a punto de disminución

lenta dio como resultado ganancias en el rendimiento mayores al 1% que una puesta a punto en escalón luego de que los participantes realizaran un entrenamiento de *overreaching*. Lamentablemente, una puesta a punto linear de disminución lenta también requirió de un tiempo óptimo de puesta a punto mayor (i.e., 48 días) que la puesta a punto en escalón (i.e., 30 días). Esta duración más prolongada de puesta a punto, para una mejora mayor al 1% en el rendimiento, puede resultar poco práctica. Por ejemplo, en lugar de realizar una puesta a punto más prolongada, el atleta pudo haber comenzado una rutina de entrenamiento normal otra vez y quizás hubiera obtenido mayores ganancias en el rendimiento durante el mismo período. A diferencia de los resultados de Banister et al. (3), Thomas et al. (28) hallaron que una puesta a punto exponencial lenta optimizaba el rendimiento con relación a una puesta a punto exponencial rápida. Además, se debe señalar que el modelo de simulación analizó el tipo óptimo de puesta a punto en relación con la duración óptima, la cual fue de 1 ½ mes en su estudio. En el estudio realizado por Banister et al. (3), la puesta a punto duró 2 semanas, lo que pudo haber requerido de una disminución más rápida para reducir el volumen a un umbral necesario para disipar la fatiga.

Otras inquietudes a la hora de utilizar los resultados de Banister et al. (3) y Thomas et al. (28) para encontrar el tipo óptimo de puesta a punto incluyen el volumen antes de la puesta a punto y el nivel de experiencia de los atletas. Antes de realizar la puesta a punto en el estudio realizado por Banister et al. (3), los participantes realizaron un régimen de entrenamiento riguroso que pudo haberse considerado un entrenamiento de *overreaching*. Si sus volúmenes hubieran sido más bajos, los resultados en la puesta a punto óptima podrían haber diferido. Por último, Thomas et al. (28) evaluaron a atletas principiantes, y Banister et al. (3) evaluaron a triatletas experimentados. Esta diferencia hace que resulte difícil comparar las conclusiones de estos estudios.

Debido a la carencia en la investigación en esta área y la posible variable confusa del volumen de entrenamiento, no se puede brindar una recomendación clara a los atletas con respecto al formato óptimo para la puesta a punto. En cambio, los atletas deben tomar una decisión prudente que se base en las pruebas que se presentan en el presente artículo. Por el momento, se recomienda que los atletas tengan seriamente en cuenta las reducciones de volumen al momento de decidir el tipo de puesta a punto a utilizar y que calculen estas reducciones con relación a la duración total planeada para la puesta a punto. Por ejemplo, un atleta debería tener una disminución de volumen relativamente mayor a través de la reducción escalonada si desea que la puesta a punto dure períodos más breves, con disminuciones correspondientemente más pequeñas en las de duración más prolongada. De igual modo, los atletas pueden optimizar reducciones de volumen progresivas (linear o exponencial) con disminuciones lentas en puestas a punto de duración más prolongada y disminuciones rápidas en las de corta duración.

APLICACIONES PRACTICAS

Este artículo comenzó tratando la ley del entrenamiento continuo que proponen Zatsiorsky y Kraemer (31). Esta ley sugiere que los descansos largos dan como resultado el desentrenamiento. La evidencia que se muestra en este artículo fundamenta esta ley e indica que la puesta a punto es un método superior a la interrupción total del entrenamiento. La puesta a punto es una técnica de disminución sistemática de la carga de entrenamiento con el fin de facilitar un pico fisiológico de la aptitud física. La puesta a punto es una técnica compleja porque la carga se puede reducir a través del manejo de numerosas variables, como la intensidad, el volumen, la duración y la frecuencia. Se han dedicado una gran cantidad de investigaciones a analizar la combinación óptima de estas variables.

Atletas principiantes	Carga de entrenamiento antes de la puesta a punto	
	Normal	Overreaching
Volumen	Reducción del 30%	Reducción del 40%
Duración (d)	7-20	30
Intensidad	Mantenida o levemente incrementada	
Frecuencia	Mantenida o disminuida en un $\leq 20\%$	
Tipo	Desconocido	
Atletas experimentados	Normal	Overreaching
Volumen	Reducción de 50-75%	Reducción de 60-90%
Duración (d)	7-20	14-28
Intensidad	Mantenida o levemente incrementada	
Frecuencia	Mantenida	
Tipo	Desconocido	
Cuándo implementar la puesta a punto	Antes de un certamen, un entrenamiento de mantenimiento, en un programa periodizado, en condiciones de sobreentrenamiento.	
Dieta	Los atletas a los que les interesa la composición corporal deberían disminuir levemente el consumo calórico al realizar una puesta a punto. Los atletas a los que les interesa el pico de rendimiento después de la puesta a punto deberían realizar una carga de carbohidratos durante la puesta a punto.	

Tabla 2. Resumen de los métodos óptimos de puesta a punto para atletas de deportes aeróbicos.

Las conclusiones de este artículo indican que una puesta a punto debería implementarse de la siguiente manera:

Intensidad Óptima

Los atletas de deportes aeróbicos y anaeróbicos deberían mantener o incrementar levemente la intensidad del entrenamiento durante la puesta a punto, sin tener en cuenta la experiencia en el entrenamiento.

Volumen y Duración Óptimos para Atletas de Deportes Aeróbicos y Anaeróbicos Experimentados

- Para un nivel de fatiga mínimo (i.e., < 4 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería variar de 7 a 10 días de duración, con una reducción del 50% en el volumen de entrenamiento.
- Para un nivel de fatiga moderado (i.e., > 3 meses de entrenamiento normal), la puesta a punto debería durar de 10 a 20 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 60% a un 75%.
- Para un nivel de fatiga extremo (i.e., después de un ciclo de entrenamiento de *overreaching*), la puesta a punto debería durar de 14 a 28 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 60% a un 90%.

Volumen y Duración Óptimos para Atletas de Deportes Aeróbicos Principiantes

- Para un nivel de fatiga mínimo (i.e., < 4 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería variar de 7 a 10 días de duración, con una reducción del 30% en el volumen de entrenamiento.
- Para un nivel de fatiga moderado (i.e., > 15 semanas de entrenamiento normal), la puesta a punto debería durar 20 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 30%.
- Para un nivel de fatiga moderado (i.e., después de un ciclo de entrenamiento de *overreaching*), la puesta a punto debería durar 30 días y la reducción en el volumen debería ser de alrededor de un 40%.

Volumen y Duración Óptimos para Atletas Principiantes de Deportes Anaeróbicos

- En la actualidad la investigación para atletas principiantes de deportes anaeróbicos es incompleta, y por lo tanto no se pueden dar recomendaciones consistentes.

Frecuencia Óptima

- Los atletas principiantes de deportes aeróbicos deberían mantener o disminuir levemente la frecuencia de entrenamiento durante la puesta a punto ($\leq 20\%$).
- Los atletas experimentados de deportes aeróbicos y los atletas experimentados y principiantes de deportes anaeróbicos deberían mantener la frecuencia de entrenamiento.

Tipo Óptimo de Puesta a Punto

- Debido a la falta de investigación en esta área y la posible variable confusa del volumen de entrenamiento, no se puede brindar una recomendación clara a los atletas con respecto al formato óptimo para la puesta a punto. En cambio, los atletas deben tomar una decisión prudente basada en la evidencia que se presenta en este artículo. Lo que sí se puede recomendar es que los atletas tengan seriamente en cuenta las reducciones de volumen absolutas con relación a la duración total de la puesta a punto, sin importar el tipo de puesta a punto utilizado. Cuanto más prolongada sea la duración de la puesta a punto, más lenta debería ser la reducción del volumen, y viceversa.

Dieta

- Reducir el volumen de entrenamiento mientras se mantiene un consumo calórico puede dar como resultado un leve aumento en la grasa corporal. Por lo tanto, los atletas a los que les interesa la composición corporal deberían disminuir levemente el consumo calórico mientras realizan una puesta a punto.
- La puesta a punto da como resultado la supercompensación de glucógeno; este proceso se ve facilitado mediante el incremento en el consumo de carbohidratos. Por lo tanto, los atletas a los que les interesa el pico de rendimiento luego de una puesta a punto deberían realizar una carga de carbohidratos mientras realizan la puesta a punto. Para obtener revisiones exhaustivas sobre las técnicas de carga óptima de carbohidratos, refiérase a Ivy (14) y Sherman (27).

Cuando Implementar la Puesta a Punto

A menudo se ha sugerido la puesta a punto como una estrategia precompetitiva, pero aquí se propone que debería implementarse en diversos escenarios adicionales.

- Sobreentrenamiento: Si un atleta experimenta signos de sobreentrenamiento, como el agotamiento, debería realizarse una puesta a punto.
- Periodización: Un entrenamiento correctamente periodizado debería programar períodos de puesta a punto en ciclos de entrenamiento para evitar el sobreentrenamiento y el estancamiento. Para obtener un análisis exhaustivo sobre la periodización, refiérase a Haff (10).
- Antes de la competencia: Antes de un certamen, para maximizar el rendimiento, debería llevarse a cabo una puesta a punto.
- Mantenimiento: Si un atleta desea mantener una capacidad que considera que es un punto fuerte, a la vez que prioriza las debilidades con mayores volúmenes de entrenamiento, puede implementar métodos de puesta a punto en para la capacidad que desea mantener. Si el atleta desea tomar un respiro del entrenamiento riguroso habitual, puede implementar las estrategias de puesta a punto en todo su programa. Aún cuando un atleta no pueda mantener la prescripción óptima de la puesta a punto que se prescribe en este artículo, haciendo todo lo posible por asistir al gimnasio toda vez que pueda, y entrenando con una alta intensidad durante las sesiones, a pesar de todo mantendrá las adaptaciones en un grado mayor que con una interrupción completa del entrenamiento.

Se puede encontrar un resumen de estas aplicaciones prácticas en las tablas 1 y 2.

Recomendaciones para la Investigación Futura

La investigación en el área de la puesta a punto es amplia, y aquí se brindan los mejores complementos para todos aquellos que han contribuido con esta cantidad de investigaciones. Se ofrecen las siguientes sugerencias para la investigación futura en el estudio de la puesta a punto:

- Se necesitan más estudios sobre el formato óptimo de la puesta a punto (i.e., en escalón, lineal o exponencial). Los investigadores deben ser cuidadosos de controlar posibles variables confusas, tales como el volumen. Se necesitan más investigaciones en esta área con atletas experimentados y principiantes. Debería tenerse en cuenta que tal vez una combinación de formatos de puesta a punto puede optimizar los resultados. Por ejemplo, en el caso de disminuir el volumen en gran medida (i.e., 75%), puede resultar óptimo comenzar con una puesta a punto en escalón, reducir el volumen de inmediato en alrededor de un 30%, y luego disminuir en forma gradual el volumen en un modo exponencial o lineal, hasta que se alcance la reducción de volumen deseada.
- El estudio del modelo de simulación con participantes de deportes aeróbicos sin entrenamiento realizado por Thomas et al. (28) debería reproducirse exactamente con los participantes de deportes aeróbicos entrenados y con los atletas de deportes anaeróbicos entrenados y desentrenados.
- La investigación debería continuar el estudio sobre el volumen y la duración óptimos de una puesta a punto para atletas en diversos escenarios.
- La investigación actual indica mejores resultados durante una puesta a punto cuando se mantiene o se incrementa la intensidad del entrenamiento. Sin embargo, no se han comparado a ambos en un único estudio. Una

investigación futura debería abordar este tema.

REFERENCIAS

1. Baker, D, Wilson, G, and Carlyon, R (1994). Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Condition Res* 8: 253-242
2. Banister, EW, Carter, JB, and Zarkadas, PC (1999). Training theory and taper: Validation in triathlon athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 79: 182-191
3. Banister, EW, Calvert, TW, and Savage, MV (1975). A systems model of training for athletic performance. *J Sports Med* 7: 57-61
4. Brooks, G, Fahley, T, White, R, and Baldwin, K (2000). Human Bioenergetics and Its Applications (3rd ed.). Mountain View, CA: Mayfield Publishing
5. Budgett, R (2000). Overtraining and chronic fatigue: the unexplained underperformance syndrome. *Int Sport Med J* 1: 67-68
6. Chiu LF and Barnes, LJ (2003). The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short- and long-term training. *Strength Condition J* 25: 42-51
7. Costill, DL, King, DS, and Thomas, R (1985). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician Sports Med* 13: 94-101
8. Goodger, K, Lavelle, L, Gorely, T, and Harwood, C (2006). Burnout in sport. Understanding the process—from early warning signs to individualized interventions. In: Applied Sport Psychology: Personal Growth to Peak Performance. J.M. Williams, ed. New York: McGraw Hill pp. 541-565
9. Hoffman JR and Kaminsky, M (2000). Use of performance testing for monitoring overtraining in elite youth basketball players. *Strength Condition J* 22: 54-62
10. Haff G (2004). Roundtable discussion: periodization of training—part 1. *Strength Condition J* 26: 50-69
11. Hickson, RC, Foster, C, Pollock, ML, Galassi, TM, and Rich, S (1985). Reduced training intensities and loss of aerobic power, endurance, and cardiac growth. *J Appl Physiol* 58: 492-499
12. Houmard, JA, Scott, BK, Justice, CL, and Chenier, TC (1994). The effects of taper on performance in distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 26: 624-631
13. Ivy, JL (1991). Muscle glycogen synthesis before and after exercise. *Sports Med* 11: 6-19
14. Johns, RA, Houmard, JA, Kobe, RW, Hortobagyi, T, Bruno, NJ, and Shinebarger, MH (1992). Effects of taper on swim power, stroke distance, and performance. *Med Sci Sports Exerc* 24: 1141-1146
15. Kubukeli, ZN, Noakes, TD, and Dennis, SC (2002). Training techniques to improve endurance exercise performance. *Sports Med* 32: 489-509
16. Smith, LL (2004). Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome?. *J Strength Condition Res* 18: 185-193
17. Martin, DT, Scifres, JC, Zimmerman, SD, and Wilkinson, JG (1994). Effects of interval training and a taper on cycling performance and isokinetic leg strength. *Int J Sports Med* 15: 485-491
18. McLester, JR, Bishop, P, and Guilliams, ME (2000). Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *J Strength Condition Res* 14: 273-281
19. Mujika, I, Goya, A, Ruiz, E, Grijalba, A, Santiseban, J, and Padilla, S (2002). Physiological and performance responses to a 6-day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int J Sports Med* 23: 367-373
20. Mujika I and Padilla S (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Med* 30: 79-87
21. Mujika, I, Goya, A, Padilla, S, Grijalba, A, Gorostiaga, E, and Ibanez, J (2000). Physiological responses to a 6-day taper in middle distance runners: influence of training intensity and volume. *Med Sci Sports Exerc* 32: 511-517
22. Mujika I and Padilla, S (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1182-1187
23. Mujika, I, Padilla, S, and Busso, T (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med* 34: 891-927
24. Neary, JP, Bhambhani, YN, and McKenzie, DC (2003). Effects of different stepwise reduction taper protocols on cycling performance. *Can J Appl Physiol* 28: 576-587
25. Shepley, B, MacDougall, JD, Cipriano, N, Sutton, JR, Tarnopolsky, MA, and Coates, G (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *J Appl Physiol* 72: 706-711
26. Sherman, WM (1995). Metabolism of sugars and physical performance. *Am J Clin Nutr* 62: 228S-241S
27. Thomas L and Busso, T (2005). A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1615-1621
28. Trappe, S, Costill, D, and Thomas, R (2000). Effect of swim taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Med Sci Sports Exerc* 32: 48-56
29. Wittig, A, Houmard, J, and Costill, D (1989). Psychological effects during reduced training in distance runners. *Int J Sports Med* 13: 497-499
30. Zatsiorsky VM and Kraemer, WJ (2006). Science and Practice of Strength Training (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, p. 106

Cita Original

