

eBook de Mundo Entrenamiento



MUNDOENTRENAMIENTO.COM

Equipo de Mundo Entrenamiento
© Copyright. Todos los derechos reservados.

ISSN: 2444-2895

ACERCA DEL EBOOK

En el presente documento se exponen, por séptima vez, un compendio de los mejores artículos publicados en la revista online mundoentrenamiento.com.

Es el resultado de un trabajo riguroso de revisión científica sobre temas relacionados con la actividad física, el entrenamiento deportivo y la salud.

Esperamos que sea de su agrado y disfruten de su lectura. Reciban un cordial saludo de todo el equipo de [**Mundo Entrenamiento.**](http://MundoEntrenamiento.com)

MUNDOENTRENAMIENTO.COM

DERECHOS DE AUTOR

AUTOR

Equipo de MundoEntrenamiento.com

EDITORES

Administración de Mundo Entrenamiento:

- Alejandro Novás Braña
- Brais Ruibal Lista.
- Pablo Sánchez González.

Copyright © 2016. Todos los derechos reservados. ISSN: 2444-2895.



Para obtener más información, póngase en contacto con nuestro departamento corporativo/institucional:

648 290 638 o info@mundomentrenamiento.com

Si bien todas las precauciones se han tomado en la preparación de este libro, el editor y los autores no asumen responsabilidad alguna por errores u omisiones, ni de los daños que resulten del uso de la información contenida en este documento.

ACERCA DEL AUTOR

Los autores que participan en este libro son los siguientes:

Pablo Sánchez.

- Graduado en Educación Primaria Especialista en Educación Física (UEM).
- Máster en Profesorado de Educación Secundaria (UDC).
- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UDC).

Andrés Calderón.

- Máster en Entrenamiento y Nutrición Deportiva (UEM).
- Máster en Preparación Física en Fútbol (RFEF).
- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Mateo Rodríguez Quiroga.

- Doctorando en el programa de Equidad e Innovación Educativa (USC).
- Máster en Investigación e Innovación Educativa (UDC).
- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UDC).
- Diplomado en Maestro en Educación Física (USC).

Juan Fariñas.

- Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria (UDC).
- Máster en Actividad Física y Salud (UDC).
- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UDC).

Pablo Expósito

- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UGR).

Francisco Manuel Ríos

- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UHU).

Inés Muñoz

- Diplomada en Fisioterapia. Colegiada 11184.

Diego Alonso

- Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
- Entrenador CSCS (NSCA).
- Entrenador CPT (NSCA).

ÍNDICE

Desentrenamiento: Mantener la forma.....	6
Sedentarismo: Epidemia Mortal.....	9
Cross Education: Ganancia de fuerza en el miembro no entrenado...	13
Período Transitorio en el Fútbol.....	17
Carlos Otero, entrenamiento de fuerza en el Sevilla F.C.....	19
Electroestimulación Integral con chaleco.....	25
Rehabilitación de la rotura del Bíceps Femoral.....	31
Entrenamiento TABATA: Qué dice la ciencia.....	36
Análisis del entrenamiento con TRX.....	39
Fernando Naclerio, investigación en el entrenamiento de fuerza.....	42

DESENTRENAMIENTO: MANTENER LA FORMA

En todos los deportes existe un periodo bisagra entre temporadas, donde el cuerpo debe descansar y recuperarse del tremendo esfuerzo que se realiza por la competición.

En muchas ocasiones se nos olvida que ese descanso debe controlarse o planificarse de la misma forma que el periodo competitivo. El descanso es positivo, pero si se excede y alarga en el tiempo el momento de inactividad, puede caerse en el **desentrenamiento**.

¿Qué es el desentrenamiento?

El cuerpo humano se caracteriza por adaptarse constantemente a los estímulos provocados por la actividad o por su entorno, esto explica las adaptaciones positivas provocadas por el entrenamiento; por desgracia estas adaptaciones no son permanentes, y tras un periodo de desactividad comienzan a desaparecer paulatinamente.

El desentrenamiento se describe como una interrupción parcial o total del entrenamiento. En la literatura científica se catalogan en dos tipos de desentrenamiento (1):

- Desentrenamiento de larga duración (DLD): Superior a 4 semanas.
- Desentrenamiento de corta duración (DCD): Inferior a 4 semanas.

Causas y efectos del desentrenamiento

Un deportista puede caer en un periodo de desentrenamiento por múltiples motivos:

- Periodo de inactividad entre temporadas competitivas.
- Lesión de media-larga duración.
- Mala gestión de las cargas de entrenamiento: Estímulo insuficiente.
- Final de una carrera deportiva

Efectos del desentrenamiento en el sistema cardiorespiratorio y a nivel metabólico

El desentrenamiento cardiorrespiratorio de corta duración, en atletas muy entrenados se caracteriza por una rápida disminución en el consumo de oxígeno máximo ($VO_2 \text{ max.}$) y en el volumen sanguíneo. Disminuye el gasto cardíaco máximo al aumentar la frecuencia cardíaca durante el ejercicio pero sin contrarrestar el menor volumen sistólico. También baja la eficiencia respiratoria, y por tanto hay una **disminución del rendimiento en resistencia**. En personas entrenadas, pero no atletas de alto nivel, los cambios son más moderados.

Desde un punto de vista metabólico, el DCD implica una mayor dependencia sobre el metabolismo de los carbohidratos durante el ejercicio, aumenta la tasa de intercambio respiratorio, nivel de glucógeno y umbral de lactato (2).

Efectos del desentrenamiento en el sistema muscular esquelético

Durante periodos de estímulo de entrenamiento insuficientes, se produce el desentrenamiento muscular. Este se caracteriza por una disminución en la densidad capilar que puede producirse a las 2-3 semanas de inactividad. La diferencia arterio-venosa de oxígeno disminuye si la

interrupción del entrenamiento continúa por mas de 3-8 semanas. La disminución rápida y progresiva de la actividad de las enzimas oxidativas provoca una menor producción de ATP mitocondrial. Los cambios anteriores se relacionan con la reducción en VO₂max que se observa durante la interrupción del entrenamiento a largo plazo (3).

En un estudio donde se encontraron mejoras significativas al finalizar el entrenamiento de 2 sesiones semanales de fuerza máxima durante 8 semanas, tras 4 semanas de desentrenamiento, se encontró un empeoramiento significativo respecto a las ganancias experimentadas con el entrenamiento.(4) Aunque es preciso indicar que el nivel seguía siendo superior al estado inicial de los deportistas, por tanto, a **pesar de la pérdida de fuerza con periodos de desentrenamiento tanto cortos como largos, el nivel de fuerza normalmente continúa siendo superior a los niveles pre-entrenamiento** (5).

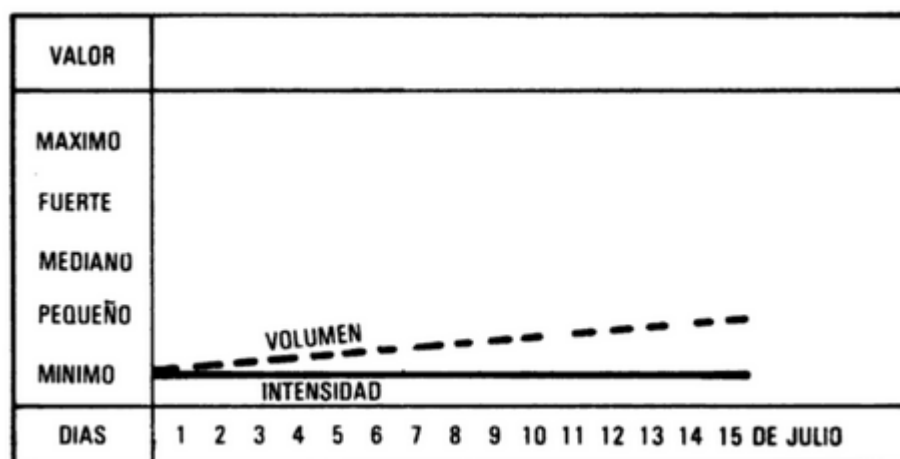
En diversos estudios se pudo concluir que la reducción de las capacidades biomotoras de los miembros inferiores en el período de desentrenamiento es mayor que para los miembros (6). Por tanto, aquellos deportes cuyo rendimiento depende de la acción muscular de miembros inferiores son más sensibles a la pérdida de adaptaciones por desentrenamiento.

Planificar correctamente el periodo de descanso entre temporadas

Cuando llega el fin de un periodo competitivo, siempre entramos en un momento de descanso. El objetivo de las semanas de descanso entre temporadas es una recuperación completa del deportista.

Si durante toda la temporada el deportista entrena en base a unos mesociclos y microciclos estructurados para conseguir el óptimo resultado en competición; es lógico que el periodo de descanso esté bien estructurado para evitar cualquier opción de caer en desentrenamiento.

El mesociclo de descanso activo se suele estructurar en cuatro microciclos de una semana. Los primeros dos son de descanso absoluto, y los dos siguientes, pese a ser de descanso requieren de cierta planificación de estímulos para evitar la pérdida de adaptaciones (7).



Representación gráfica de la dinámica de las cargas de entrenamiento, durante los dos últimos microciclos del periodo de descanso activo (7).

Conclusión

El periodo de descanso es un momento tan importante de la preparación de un deportista como el resto de mesociclos del año. La correcta planificación del descanso activo evita la aparición de los efectos del desentrenamiento, y por tanto será tiempo ganado en la pretemporada del próximo macrociclo deportivo.

El descanso absoluto no debería ser mayor a las dos semanas, aunque si debe extenderse la disminución de la carga de entrenamiento hasta las 4-5 semanas, donde se periodizará un aumento progresivo de la carga en volumen, hasta entrar de lleno en la siguiente pretemporada.

Bibliografía

1. Ronconi M., Alvero-Cruz JR. (2010) Cambios fisiológicos debido al desentrenamiento. *Apunts: Medicina de l'Esport*. 43(160):192-198.
2. Mujika I., Padilla S. (2000) Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I. Short Term Insufficient Training Stimulus. *Sports Med*; 30(2).
3. Mujika, I., Padilla S. (2001) Muscular characteristics of detraining in humans. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33(8):1297-1303.
4. Juárez. (1999) *Efectos del Desentrenamiento sobre la Fuerza*. PubliCE Standard.
5. Taaffe, D. R., Marcus, R. (1997) Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clinical Physiology*, 17(3), 311-324.
6. Oliveira VL, Leite GS, Leite RD, Assumpção CO, Pereira GB, Bartholomeu Neto J, et al. Efecto de un período de desentrenamiento sobre variables neuromusculares en atletas de balonmano. *Fit Perf J*. 2009 mar-abr; 8(2):96-102.
7. Fernández, J.A. (1981) Periodización y planificación del entrenamiento del futbolista moderno. *Lib Deportivas Esteban Sanz*; 60-65.

MUNDOENTRENAMIENTO.COM

SEDENTARISMO: EPIDEMIA MORTAL

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha catalogado al sedentarismo como una **epidemia mortal**, debido al gran número de defunciones que causa cada año, convirtiéndose en un importante factor de riesgo para la salud del individuo. Debido a esto, surge la necesidad de investigar sobre este término y su impacto en la sociedad.

A lo largo del presente artículo abordaremos la definición del sedentarismo, así como sus principales causas, su relación con los componentes de la salud, y las recomendaciones principales para reducir el sedentarismo en la población.

¿Qué es el sedentarismo?

Aunque no existe una definición estándar del sedentarismo, se puede considerar como conductas sedentarias a las actividades realizadas estando despierto que implican estar sentado o recostado y conllevan un **bajo consumo energético**: de 1 a 1,5 veces el metabolismo basal (1, 2).

El sedentarismo sigue siendo un problema no sólo frecuente, sino en aumento (3). La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe sobre enfermedades no transmisibles en 2010, estima que 3,2 millones de personas mueren cada año debido al sedentarismo, lo que constituye el cuarto factor de riesgo de muerte en el mundo, por detrás de la hipertensión, el consumo de tabaco y el exceso de glucosa en sangre (4).

Esta epidemia está siendo causada por el progreso científico y tecnológico desde mediados del siglo XIX, concretamente en los países desarrollados, donde los seres humanos se encuentran mal acostumbrados a un perfil de vida donde existe una gran disponibilidad de energía y en la que ya no resulta necesario un gran esfuerzo físico (5). Además, factores como los sistemas de transporte o la amplia gama de recursos electrónicos en las viviendas reducen la necesidad de desarrollar trabajo físico y fomentan el sedentarismo (6).

¿Cuáles son las consecuencias del sedentarismo en nuestra salud?

Un estilo de vida sedentario es uno de los principales factores de riesgo para enfermedades con una alta prevalencia, tales como diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, osteoporosis y algunos cánceres (9). Además, el sedentarismo se encuentra asociado a una peor calidad de vida (10) y a un mayor incremento de la mortalidad general (11).

Para Marcos-Becerro y Galiano (12) el sedentarismo provoca un **mayor impacto de la enfermedad coronaria en la sociedad**. Sin embargo, la actividad física se asocia a cambios positivos en la presión sanguínea, composición corporal y el hábito de fumar (13). Además, los niveles de actividad física y de condición física cardiorrespiratoria tienen una relación inversa gradual con el riesgo de sufrir infarto de miocardio (14).

Por otro lado, en estudios transversales donde han comparado sujetos sedentarios con sujetos activos, se han observado diferencias sustanciales en perfiles de lípidos y lipoproteínas plasmáticas más saludables en personas con un estilo de vida activa (5). **El sedentarismo y la falta de actividad física aumentan el riesgo de desarrollar diabetes**, gracias a la modificación de la composición corporal (disminuye la masa muscular y aumenta el porcentaje de grasa) (5). Además, la actividad física es muy beneficiosa en esta patología, ya que facilita la entrada de glucosa a la célula, igual que aumenta la sensibilidad de los receptores de insulina.

El sedentarismo también aumenta los casos de sobrepeso y obesidad, ya que se produce una reducción progresiva en el gasto energético (15). Mantener un estilo de vida activo puede prevenir la obesidad y el aumento de peso. También, en muchos estudios se ha encontrado una **relación positiva entre la densidad mineral de diversas zonas corporales y la realización de actividad física** (16).

La salud mental y el riesgo de desarrollar cáncer también se ven afectados por un estilo de vida sedentario. La actividad física previene el desarrollo de tumores, por sus efectos positivos en la función inmunológica, mantenimiento de los niveles hormonales, entre otros (5). Además, la realización regular de actividad física provoca beneficios importantes en el bienestar psicológicos, reducción del estrés y de la ansiedad, etc. (17).

Por último, se ha comprobado que cuando los sujetos sedentarios se han implicado en realizar actividades deportivas a una intensidad moderada, durante al menos 11 años, **la mortalidad se reducía en un 23%**, con respecto a aquellos individuos que seguían siendo sedentarios (5).

¿Cómo podemos acabar con el sedentarismo?

Cada vez son más los estudios que nos indican la importancia tanto de realizar actividad física como de reducir el sedentarismo para aumentar la salud y la calidad de vida. La OMS (8) propone una serie de **recomendaciones sobre actividad física para la salud**, donde ofrece las directrices necesarias de actividad física para obtener los beneficios en la salud. Las recomendaciones, para tres grupos de edades, son las siguientes:

- **Niños de 5-17 años:** deben acumular un **mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa**. Es conveniente que tres o más días por semana incorporen ejercicios de resistencia muscular y ejercicios aeróbicos vigorosos, para fomentar una salud ósea. Para este grupo de edad, la actividad física consiste en juegos, deportes, desplazamientos, educación física, actividades recreativas, etc.
- **Adultos de 18-64 años:** deben acumular un **mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada**, o bien un mínimo de 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa. Para obtener mayores beneficios, los adultos deberían incrementar esos niveles hasta 300 minutos semanales de actividad aeróbica moderada, o bien 150 minutos de actividad aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa. También, deberían realizar **ejercicios de fortalecimiento muscular de los grandes grupos musculares dos o más días a la semana**.
- **Mayores de 65 años:** deberían acumular un **mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada**, o bien no menos de 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad física moderada y vigorosa. Para obtener aún mayores beneficios, los adultos de este grupo de edades deberían aumentar hasta 300 minutos semanales su actividad física mediante ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, o bien practicar 150 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad física moderada y vigorosa. Los adultos de mayor edad con dificultades de movilidad deberían **dedicar tres o más días a la semana a realizar actividades físicas para mejorar su equilibrio y evitar las caídas**. Además, deberían realizarse **actividades de fortalecimiento muscular de los grandes grupos musculares dos o más veces a la semana**.

Cumplir con el mínimo de actividad física diaria es muy importante para obtener beneficios en la salud. No obstante, un mayor nivel de actividad física produce beneficios adicionales (6). Especial atención corren los ejercicios más intensos, que pueden provocar un estímulo excesivo

para el sujeto inactivo, pudiéndole provocar una lesión, fatiga muscular, y su consecuente abandono del programa de actividad física (5).

Es esencial también el tratar de **disminuir los periodos de inactividad**, como aquellos invertidos en ver la televisión, ya que el simple hecho de encontrarnos una hora de pie a estar sentados viendo la televisión puede permitir la pérdida de 1-2 kg de grasa al año (5). También se pueden realizar ejercicios de estiramientos, paseos suaves, etc.

Conclusiones

Como hemos podido comprobar en el presente artículo, el sedentarismo provoca una serie de consecuencias a nuestro organismo que pueden ser letales. Está suficientemente demostrado que la actividad física es capaz de acabar con el sedentarismo, y así, reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades, tales como afecciones cardíacas, diabetes, cáncer, etc.

Debido a esto, es necesario un **estilo de vida más saludable y activo**, donde se incluya la práctica regular de actividad física, junto a una adecuada alimentación saludable.

Bibliografía

1. Owen, N., Healy, G., Matthews, C., y Dunstan, D. (2010). Too much sitting: the population-health science of sedentary behavior. *Exercise and sport sciences reviews*, 38(3), 105.
2. Winkler, E., Gardiner, P., Clark, B., Matthews, C., Owen, N., y Healy, G. (2012). Identifying sedentary time using automated estimates of accelerometer wear time. *British journal of sports medicine*, 46(6), 436-442.
3. Bauman, A., Bull, F., Chey, T., Craig, C., Ainsworth, B., Sallis, J., y Pratt, M. (2009). The international prevalence study on physical activity: results from 20 countries. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6(1), 21.
4. World Health Organization. (2015). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. World Health Organization.
5. Márquez, S., Rodríguez, J., y Abajo, S. (2006). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *Apunts*, 83.
6. Jackson, A. (2004). *Physical activity for health and fitness*. Human Kinetics.
7. Aragonés, E., Merino, B., Esteban, P., Luciano, A., Santacilia, I., Claramonte, M., y Muñiz, M. (2015). Actividad física para la salud y reducción del sedentarismo. Recomendaciones para la población. Estrategia de promoción de la salud y prevención en el SNS: (En el marco del abordaje de la conicidad en el SNS). *Dialnet*.
8. Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Organización Mundial de la Salud: Ginebra.
9. De León, A., Rodríguez-Pérez, M., Rodríguez-Benjumbeda, L., Anía-Lafuente, B., Brito-Díaz, B., de Fuentes, M., y Aguirre-Jaime, A. (2007). Sedentarismo: tiempo de ocio activo frente a porcentaje del gasto energético. *Revista española de cardiología*, 60(3), 244-250.
10. Guallar-Castillón, P., Peralta, P., Banegas, J., López, E., y Rodríguez-Artalejo, F. (2004). Actividad física y calidad de vida de la población adulta mayor en España. *Medicina clínica*, 123(16), 606-610.
11. Trolle-Lagerros, Y., Mucci, L., Kumle, M., Braaten, T., Weiderpass, E., Hsieh, C., y Adami, H. (2005). Physical activity as a determinant of mortality in women. *Epidemiology*, 16(6), 780-785.
12. Marcos Becerro, J. y Galiano, D. (2003). *Ejercicio, salud y longevidad*. Junta de Andalucía: Sevilla.

13. U.S. Department of Health and Human Services (1996). *Physical activity and health: report of the General Surgeon executive summary*. U.S. Public Health Services: Pittsburgh.
14. Lowther, M., Mutrie, N., Loughlan, C., y McFarlane, C. (1999). Development of a Scottish physical activity questionnaire: a tool for use in physical activity interventions. *British Journal of Sports Medicine*, 33(4), 244-249.
15. Prentice, A., y Jebb, S. (1995). Obesity in Britain: gluttony or sloth? *Bmj*, 311(7002), 437-439.
16. Slemenda, C., Miller, J., Hui, S., Reister, T., y Johnston, C. (1991). Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *Journal of Bone and Mineral Research*, 6(11), 1227-1233.
17. Biddle, S., Fox, K., y Boutcher, S. (2003). *Physical activity and psychological well-being*. Routledge.



"CROSS EDUCATION", FUERZA EN EL MIEMBRO NO ENTRENADO

Se conoce como *cross education* al mecanismo mediante el cual se produce una **ganancia de fuerza en la pierna no entrenada**, entrenando la contralateral. Este fenómeno fue observado por primera vez en 1894 en un estudio en el que se empleaba la prensión manual como ejercicio (15). Este curioso fenómeno tiene una serie de características descritas por Lee y colaboradores en 2007 (12) que son:

- Se da tanto en miembro inferior como superior
- Aparece con contracciones concéntricas, excéntricas e isométricas
- Es independiente del género y la edad
- Se rige por los principios del entrenamiento
- Es mayor la magnitud de transferencia de miembro dominante a no dominante que a la inversa.

Magnitud de transferencia de fuerza

Munn y colaboradores en 2003 publican un metanálisis (14) en el que se seleccionan estudios que cumplan los siguientes criterios:

- Entrenamientos de más de 2 semanas.
- Diseños aleatorizados con grupo control.
- Entrenamientos que emplearan una carga igual o superior al 50% de la máxima fuerza voluntaria.

Finalmente, para la realización del metanálisis, seleccionaron 13 estudios que cumplieran los criterios pautados. Los resultados una vez analizadas las diferentes investigaciones, presentan que ha existido **una ganancia de fuerza del 7.8% en el miembro no entrenado** respecto a la fase previa al entrenamiento. Esto **significa un 35% de la ganancia de la fuerza en la pierna entrenada**.

Para ejemplificar, si realizamos un entrenamiento en un grupo de personas y se produjo una ganancia de 10 kg en el test una repetición máxima (1RM) de la pierna entrenada, la pierna no entrenada ganaría 3,5 kg sin haber realizado entrenamiento alguno.

Posibles mecanismos

Existen una serie de hipótesis a cerca de la localización y naturaleza de las adaptaciones producidas durante el entrenamiento unilateral que se dan en este fenómeno, que todavía no han sido corroboradas. Entre otras, Ashlee M. y sus colaboradores(1) clasifican de la siguiente manera:

- **Mecanismos musculares:** Se sabe a ciencia cierta que los programas de entrenamiento de la fuerza generan una serie de adaptaciones periféricas musculares tales como la hipertrofia, un aumento de la concentración de enzimas y de la composición de las proteínas contráctiles (7). Sin embargo, algunos estudios que han indagado en la composición de la musculatura contralateral a la entrenada **no han encontrado diferencias morfológicas tras el entrenamiento** (2,10). Además, con en el entrenamiento de la fuerza, en las primeras semanas se produce un aumento de la fuerza a expensas únicamente de adaptaciones nerviosas, sin presencia de alteraciones en la estructura muscular. Estas evidencias nos llevan a concluir que las

adaptaciones que se dan en el fenómeno de *cross education* tienen lugar en el sistema nervioso, posiblemente a niveles espinales o corticales. Quizás con métodos más precisos de análisis de la composición muscular pudieran obtenerse resultados diferentes.

- **Mecanismo Espinales:** Existen evidencias que sugieren que tras el entrenamiento resistido, se producen alteraciones en los circuitos espinales, pero la metodología de estudio actual nos impide conocer las vías espinales específicas que envuelven este mecanismo. El reflejo de Hoffman (reflejo-H) es un reflejo evocado mediante un impulso eléctrico empleado para analizar la eficacia de las vías neuronales aferentes Ia. Los estudios que han investigado sobre el efecto del entrenamiento de fuerza en el reflejo-H únicamente reportan información sobre el miembro entrenado, siendo limitada la bibliografía que comprueba el efecto sobre el miembro no entrenado. Carroll y colaboradores (2), entre otros (3,6) observaron que un incremento en el reflejo-H solo se produjo en el miembro entrenado durante contracciones voluntarias, sin observarse cambios en el miembro no entrenado, con lo que podemos hipotizar que las adaptaciones se producen a niveles superiores corticales.
- **Mecanismos corticales:** Existe un término que se conoce como irradiación motora que se emplea para describir una actividad coricoespinal bilateral durante un movimiento unilateral, y se cree que está mediado por una serie de vías de comunicación entre ambas cortezas motoras primarias (M1). Este mecanismo **podría ser uno de los candidatos para contribuir al la aparición del mecanismo de *cross education***. La actividad motora que se produce en el miembro no entrenado parece ser dependiente de magnitud directa del estímulo en el miembro entrenado, y se produce a mayor nivel cuando se emplean contracciones voluntarias en el miembro dominante. Se ha realizado un estudio en el que se comprobaba la inhibición interhemisférica empleando una técnica conocida como estimulación magnética transcranial (TMS) y se observó que tras un movimiento unilateral voluntario se reducía en un 31% esa inhibición (9). Esto corrobora esa interacción entre ambos hemisferios durante el entrenamiento de uno de los hemilados. Además, en la decusación piramidal, entre un 10 y un 15 % de las neuronas continúan descendiendo por el mismo lado, lo que podría contribuir en alguna medida al fenómeno de *cross education*. También existe la hipótesis del aprendizaje, que se podría crear una copia eferente a partir de un movimiento unilateral, accesible a ambos miembros, beneficiándose así del entrenamiento. Como podemos comprobar, y sin profundizar mucho más, son numerosas las hipótesis barajadas a cerca de los posibles mecanismos de adaptación.

Aplicaciones

Una vez conocido el fenómeno e indagado a cerca de las hipótesis sobre las posibles adaptaciones nos preguntamos, a parte de ser algo interesante ¿qué beneficios podemos obtener? Pues bien, en el ámbito del deporte, un mundo en el que las lesiones están a la orden del día, emplear este método podría ser beneficioso:

- **Inmovilizaciones:** La inmovilización de un miembro induce una reducción de la fuerza como resultado de una desadaptación a nivel neural y morfológico en algunos casos. La literatura referencia una reducción superior al 43% de actividad neural tras 3 semanas de inactividad del miembro (9). Además aparecen modificaciones en el mapa cortical con cortos períodos de inmovilización. Es lógico pensar que si la inactividad genera una desadaptación del sistema nervioso por esta incapacidad de uso, y entrenar un miembro aporta beneficios a nivel neural al miembro que no entrena, entrenar durante el período de inmovilización el lado sano ayudaría a reducir esa pérdida de funcionalidad. Pues bien, dos estudios realizados por Farthing y colaboradores (13-15) aplicaron la teoría del

cross education en sujetos que estuvieron inmovilizados durante 3 semanas obtuvieron como resultados **un mantenimiento de la fuerza y previnieron la atrofia muscular**, mientras que en el grupo que tuvo la misma limitación motriz pero no realizó ningún entrenamiento con el miembro libre, se produjeron pérdidas significativas de fuerza y volumen muscular. Estos hallazgos ofrecen una alternativa significativa a la hora de afrontar la rehabilitación de un deportista de cara a retomar la competición lo más pronto posible y sin perder tanta capacidad funcional, acortando el tiempo de recuperación.

- **Accidente cerebrovascular:** Tras un accidente cerebrovascular existe un detrimento de la fuerza provocado por los daños generados. Como norma general, suele haber un lado más afectado y otro menos afectado. Dragert y colaboradores en un estudio publicado en 2013 comprobaron con 19 participantes con debilidad muscular postinfarto crónica que ejercitando isométricamente la dorsiflexión del miembro menos afectado con contracciones isométricas máximas 3 veces por semana durante 6 semanas **ganaron en torno a un 34% de la fuerza previa al entrenamiento, y el lado más afectado aproximadamente un 31%**. Dentro de este grupo, 4 sujetos que no eran capaces de generar una fuerza mensurable en el miembro no entrenado, una vez finalizado el tratamiento consiguieron activar significativamente la dorsiflexión, constatado la existencia de este extraño fenómeno del cual todavía conocemos muy poco.

Indagar más a cerca de este fenómeno puede aportarnos diferentes estrategias para afrontar tratamientos en situaciones complejas, que pueden reducir el detrimento sobre el rendimiento y la salud de lesiones y patologías en cierta medida. Una vez más, la evidencia científica y el riguroso funcionamiento de trabajo que Mundo Entrenamiento defiende nos ofrece una temática interesante y muy práctica, que no es especialmente conocida.

Bibliografía

1. Ashlee M. Hendy, Michael Spittle a, Dawson J. Kidgellb, (2012). Cross education and immobilisation: Mechanisms and implications for injury rehabilitation. *Journal of Science and Medicine in Sport* 15 94–101.
2. Carroll TJ, Selvanayagam VS, Riek S, Semmler JG. (2011). Neural adaptations to strength training: moving beyond transcranial magnetic stimulation and reflex studies. *Acta Physiol* 202(2):119–140.
3. Dragert K, Zehr EP.(2011). Bilateral neuromuscular plasticity from unilateral training of the ankle dorsiflexors. *Exp Brain Res* 208(2):217– 227.
4. Dragert K, Zehr EP.(2013). High-intensity unilateral dorsiflexor resistance training results in bilateral neuromuscular plasticity after stroke. *Exp. Brain Res.* 225(1):93Y104.
5. Farthing JP, Krentz JR, Magnus CRA.(2009). Strength training the free limb attenuates strength loss during unilateral immobilization. *J Appl Physiol* ;106(3):830–836.
6. Fimland M, Helgerud J, Solstad G.(2009). Neural adaptations underlying cross-education after unilateral strength training. *Eur J Appl Physiol* ;107(6):723–730.
7. Folland JP,Williams AG. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med.* 37(2):145–168.
8. Hortobágyi T, Richardson SP, LomarevM. (2010). Interhemispheric plasticity in humans. *Med Sci Sport Exer* . Publish Ahead of Print.
9. Hortobágyi T, Dempsey L, Fraser D.(2000) Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar gene expression after immobilization and retraining in humans. *J Physiol* 524(1):293–304.

10. Houston M, Froese E, Valeriote S. (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. *Eur J Appl Physiol* 51(1):25–35.
11. Lagerquist O, Zehr EP, Docherty D. (2006). Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the cross-education effect. *J Appl Physiol* 100(1):83–90.
12. Lee, M, and Carroll, TJ. (2007) Cross Education: Possible Mechanisms for the Contralateral Effects of Unilateral Resistance Training. *Sports Medicine* 37: 1-14.
13. Magnus CRA, Barss TS, Lanovaz JL. (2010). Effects of cross-education on the muscle after a period of unilateral limb immobilization using a shoulder sling and swathe. *J Appl Physiol*. 109(6):1887–1894.
14. Munn J, Herbert RD, and Gandevia SC. (2004). Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 96: 1861– 1866.
15. Scripture EW, Smith TL, and Brown EM. (1894). On the education of muscular control and power. *Stud Yale Psychol Lab* 2: 114–119.



PERIODO TRANSITORIO EN EL FÚTBOL

En este artículo vamos a tratar los efectos que tiene el periodo transitorio "**off-season**" en la capacidad del futbolista y algunos consejos para disminuir sus efectos negativos en el rendimiento.

Se define cómo **periodo transitorio** al tiempo que transcurre desde el final de la temporada hasta el comienzo de la preparación de la siguiente temporada. Este periodo suele variar entre 4-8 semanas dependiendo del equipo, nivel o calendarios.

¿Por qué es el periodo transitorio tan importante?

1. Ayuda al deportista a tener un **descanso físico y mental** (1,2,3,4,5).
2. Prescribir una actividad adecuada en este periodo puede ayudar a **mantener la condición física** de cara a la siguiente pretemporada (4)
3. **Evitar lesiones** debido a un incremento de la carga durante la pretemporada (1).
4. **Rendir mejor** en el periodo competitivo (2,3).

¿Qué cambios suceden durante el periodo transitorio?

- **Composición corporal:** se han observado incrementos del grasa del 0,5 al 3%, así como reducciones de masa muscular del 3 al 6,6 % en futbolistas semi y profesionales.
- **Capacidad neuromuscular:** la habilidad del cerebro de reclutar fibras musculares y producir fuerza, también se ve reducida en futbolistas semi y profesionales durante periodos transitorios de 6 semanas.
- **Volumen máximo de oxígeno:** la capacidad de transportar oxígeno en el cuerpo, el "motor" del deportista se redujo entre 3 y 6,1% durante el periodo transitorio.

Estas variaciones en la capacidad fisiológica de los futbolistas también se vieron reflejadas en disminuciones del rendimiento en diferentes test, que en la actualidad, se usan para "medir" su capacidad física, como; sentadilla con salto, sprint (10, 15, 20, 50m), cambios de dirección, RSA (habilidad de repetir sprints) o diferentes Yo-Yo test (4).

¿Cómo se podría disminuir esta reducción de rendimiento respetando, al mismo tiempo, este periodo de descanso?

- Debido a las reducciones de rendimiento observadas, sería importante (en medida de lo posible) no dejar de practicar actividad física. Eso sí, **disminuyendo** drásticamente el **volumen** de entrenamiento. Esto no quiere decir que nunca se pueda tomar un descanso total (1-2 semanas). Esto podría ayudar a evitar sobreentrenamiento o "burn out" (5).
- Un **ejemplo** de una planificación para el periodo transitorio que podría ser válida sería **2 sesiones a la semana**, una de ellas de entrenamiento **aeróbico de alta intensidad** (ej: 5 x 4 minutos al 87-97% de la frecuencia cardiaca máxima, con 2 minutos de recuperación activa entre repeticiones). Esto sería suficiente para evitar reducciones de volumen máximo de oxígeno del deportista durante el periodo transitorio. Otra sesión de **fuerza o potencia**, separada de la anterior 48-72 h (ej: entrenamiento con cargas altas, 4-8 rep 85-90% de 1RM, en ejercicio como sentadilla o entrenamiento pliométrico) podrían funcionar para reducir la disminución de las capacidades neuromusculares (4).

- **La mejor intervención es aquella que cumple con las necesidades específicas del jugador.** Se debe tener en cuenta aspectos como la personalidad del jugador o sus preferencias. Quizás, sea el momento de practicar otras actividades que durante el periodo competitivo no puede, garantizando un mayor disfrute y, por tanto, adherencia a la actividad. De un menor grado de especificidad a uno mayor. Preguntarnos cómo ha acabado el jugador la temporada? Duración del periodo transitorio, partidos jugados, estado físico, mental, historial de lesiones, estado muscular, etc. son otros aspectos a tener en cuenta (4).

Lo expuesto aquí también se puede aplicar en otros deportes, por ejemplo, Mujika (1995) sugiere que reducir las pérdidas en el periodo transitorio, fue más importante para establecer nuevos record personales en la siguiente temporada, que los efectos del entrenamiento durante el periodo preparatorio, en **nadadores** profesionales. Ronnestad (2014) concluye que el entrenamiento aeróbico de alta intensidad en el periodo transitorio, no solo mantiene el rendimiento durante el mismo, sino que también, mejora el rendimiento de la siguiente temporada en **ciclistas** bien entrenados.



CARLOS OTERO, ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN EL SEVILLA FC

Carlos Otero tiene 29 años y es el responsable del área de fuerza y valoración funcional de la cantera del Sevilla, desde los cadetes hasta el Sevilla Atlético. De padre de Lugo y madre de Huelva y directiva de la Casa de Andalucía en A Coruña, estudió en el INEF de Coruña.

Al acabar tercero se fue a Sevilla merced a una beca Séneca y se quedó.

Hola Carlos Otero, lo primero agradecerte tu presencia en Mundo Entrenamiento, es todo un placer que estés hoy con nosotros.

Hola compañeros de MundoEntrenamiento.com, enhorabuena por el éxito que está teniendo vuestra web. Un placer atenderos y agradeceros el interés en nuestro trabajo.

Has estudiado Ciencias del Deporte en la Universidad de A Coruña, ¿Guardas buenos recuerdos de tu etapa como universitario en el INEF Galicia?

Guardo muy buenos recuerdos de allí y muy buenos compañeros con los que hablo casi todos los días. El INEF de La Coruña es especial, sus instalaciones y situación geográfica, al lado de la playa, son inigualables. **Hay muy buenos profesores, en todos los ámbitos, y sus clases prácticas las recuerdo como las mejores que he tenido**, ya que además de ser muy productivas nos ayudaron a fortalecer mucho los vínculos de amistad que hoy guardo con mis compañeros de clase.

Sólo estuve allí durante 3 años, ya que el cuarto me vine de Séneca a la Universidad Pablo de Olavide y tras conocer al que hoy en día es mi **director de tesis y mi referente en el mundo del entrenamiento deportivo, Juan José González Badillo**, decidí quedarme aquí para terminarla, y ya van 9 años...

¿Cómo empezaste tu carrera como profesional en el Sevilla F.C.?

Empecé desde el fútbol 7, como preparador físico del equipo Alevín. Antes de entrar en el Sevilla FC había estado como preparador físico durante 2 años en un mismo club, en liga nacional juvenil y división de honor juvenil, para irme al año siguiente a un equipo de tercera división del grupo X, jugamos la fase de ascenso y, una vez terminada nuestra participación, **recibí la llamada de uno de los coordinadores del club para ofrecirme entrar a formar parte del Sevilla FC.**

Ese primer año, en la temporada 2011 – 2012, estuve en el equipo Alevín, al año siguiente fui preparador físico de uno de los equipos de la categoría Cadete, donde ya realizábamos entrenamiento de fuerza. En ese año tuve la ocasión de conocer al entrenador de porteros del primer equipo, Javi García, al que le gustaba mucho el entrenamiento de fuerza, tras hablar con él varias veces y contarle lo que realizaba paralelamente en la universidad como objeto de mi tesis, me ofreció la posibilidad de valorar la fuerza de todos los porteros del club en la temporada siguiente, desde el filial hasta los cadetes, y desde ahí surgió la idea de valorar a todos los equipos al completo.

Posteriormente, mi coordinador me anima a presentar un proyecto de valoración funcional y entrenamiento de fuerza para toda la cantera y, tras un “proyecto piloto” de unos meses nace lo que hoy es el área de valoración funcional y programación del entrenamiento de fuerza.

En ocasiones compartes momentos de trabajo con los preparadores físicos Sergio Domínguez y Moisés de Hoyo del Sevilla F.C. ¿Has aprendido mucho con ellos?

Con ellos **aprendes algo nuevo todos los días**, ya sea de entrenamiento en campo, de fuerza, de prevención, de control de variables, de recuperación post esfuerzo o de gestión de grupo. Sergio y Moisés son dos fenómenos, en lo personal y en lo profesional, y su capacidad de trabajo es brutal.

La forma de trabajar que tienen, el control de las variables que llevan, el uso que hacen de los dispositivos de entrenamiento, tanto en campo mediante GPS como en gimnasio para el entrenamiento de fuerza, y ese análisis de todos los datos que extraen día a día son tan exquisitos, que es inevitable que no se refleje en el campo, y a la vista está. **Es un privilegio poder trabajar con ellos en el día a día y disfrutar de su confianza porque sin duda te hacen mejor profesional.**

Dentro del Sevilla has coincidido con grandes profesionales de este deporte, ¿algún futbolista te ha llamado especialmente la atención por sus capacidades físicas?

La verdad es que te encuentras con algunos jugadores que de por sí tienen unas cualidades físicas asombrosas, tanto en cantera como en el primer equipo, además de tener una respuesta al entrenamiento, o potencial de adaptación genético, fuera de lo normal.

Podría destacar a varios jugadores que me han llamado la atención, no podría dejar de mencionar lo que **disfruto viendo jugar a Ever Banega**, pero si **por cualidades físicas tengo que seleccionar a algunos con los que haya coincidido se me vienen a la cabeza Aleix Vidal, Gerard Deulofeu y Kevin Gameiro.**

Por Aleix parecía que no pasaban los minutos en el campo, era un correccaminos, fuese el momento de partido que fuese era capaz de hacer una carrera a alta intensidad y desequilibrar el partido, su capacidad para repetir acciones de este tipo era sensacional. Gerard tenía una fuerza descomunal, le pegaba a la pelota y se escuchaba “¡ipuuuum!!”, parecía que la iba a romper, y cada vez que hacía un sprint le quitaba las pegatinas al que tuviese al lado. Y Kevin...

Kevin es impresionante, ¡qué futbolista! Tiene una capacidad de aceleración y una velocidad que no deja de sorprendernos día a día, es que va en moto. Además, si a eso le unes la entrega que tiene para hacer un sprint desde su posición hasta la defensa para recuperar un balón en el minuto 80, y que de cara a gol ha metido 27 goles este año, lo hacen uno de los mejores delanteros de la liga.

Actualmente estás doctorando, como especialista en el entrenamiento de fuerza, ¿Consideras importante esta capacidad dentro de un deporte como el fútbol? ¿Por qué motivos?

Es fundamental. Por todo, por **prevención y por rendimiento.** Si te paras a pensar, y esto está analizado en la bibliografía científica, la gran mayoría de los goles están precedidos por una acción de alta intensidad y corta duración, es decir, por acciones en las que hay una gran aplicación de fuerza en muy poco tiempo (saltos, sprints, cambios de dirección...) y estas son las que determinan el rendimiento físico en el fútbol (y podría decirte en casi cualquier deporte).

A día de hoy existen muchos jugadores muy buenos, pero dentro de ellos hay 2 o 3 que destacan por encima del resto, no hace falta que los nombremos porque a cualquiera se le vienen a la cabeza, pero sería importante preguntarnos qué pasaría si a esos jugadores les quitas la velocidad que tienen, es decir, la capacidad de aplicar mucha fuerza en poco tiempo, o de aplicar mucha fuerza más rápido que el resto, ¿serían tan determinantes sin esas capacidades?

Evidentemente hay un factor genético contra el que no podemos luchar. **Los jugadores que tienen estas características innatas son los “elegidos” y seguramente son los que más se beneficiarán del entrenamiento de fuerza en su rendimiento.** De esto estoy convencido, pues a lo largo de estos años he tenido la oportunidad de trabajar con jugadores excepcionales genéticamente, con unos valores de fuerza, salto y velocidad ya de por sí muy buenos y que, tras el entrenamiento de fuerza, consiguen mejorar esos valores en gran medida. Si conseguimos por lo tanto mejorar su rendimiento físico de esta manera, unido a que son muy buenos en el juego y que también entrenan para mejorar ese factor ¿serían mejores jugadores? Seguramente sí.

Pero no sólo hay que hablar de genética en este punto, ya que el entrenamiento de fuerza beneficia también a jugadores que no están tan dotados genéticamente pero que aun así tienen un potencial de adaptación genético muy bueno, pudiendo incluso llegar, en algunos casos, a conseguir un nivel de rendimiento tan elevado como los que están genéticamente más dotados. Y esto está respaldado por datos recogidos tras 3 años de entrenamiento de fuerza en nuestra cantera, tras observar la evolución de nuestros jugadores día a día, comprobando cómo el entrenamiento de fuerza puede ser determinante para su rendimiento específico, y como añadiendo una segunda sesión a la semana en algunos jugadores puede llevarlos a alcanzar resultados muy satisfactorios.

Por otro lado, **es importante destacar el papel que juega cada partido en el organismo de cada jugador.** Si consideramos que un partido o una acción del mismo supone un esfuerzo determinado para cada jugador, y nos atendemos a los resultados de algunos estudios de la literatura científica como el de Owen et al. 2015, en el que se observó una relación inversa entre la fuerza de los miembros inferiores y los valores de CK, uno de los marcadores de fatiga del organismo, 48h post partido, podemos decir que, seguramente, **para los jugadores más fuertes cada partido suponga un esfuerzo menor y, por lo tanto, la fatiga acumulada en ellos será menor que para los jugadores con unos valores de fuerza más bajos en el tren inferior.** Otra justificación más de la importancia del entrenamiento de fuerza.

Y por último, **en lo que se refiere a la prevención de lesiones**, si tenemos en cuenta los desequilibrios musculares, la incapacidad del músculo para soportar los aumentos de tensión, la fatiga acumulada o un patrón motor incorrecto como los principales factores de riesgo de las lesiones que se producen en el fútbol, a parte de las que son por factores externos en las que poco podemos hacer, la única solución para disminuir ese riesgo de lesión es a través de la mejora de la fuerza.

En tus periodizaciones de entrenamiento ¿en qué capacidades de la fuerza se incide más a lo largo de la temporada?

El principal objetivo que debe tener una programación del **entrenamiento de fuerza** es mejorar la fuerza útil, ya que ésta es la fuerza que aplica un jugador en cada gesto específico de competición.

Ya hemos comentado la importancia que tienen en el fútbol las acciones en las que hay una gran producción de fuerza en la unidad de tiempo (RFD), por lo tanto deberíamos entrenar para la mejora de la aplicación de fuerza en estas acciones.

Desde mi punto de vista, y esto se lo debemos a **Juan José González Badillo** por las numerosas veces que **nos lo ha demostrado en sus investigaciones y clases de entrenamiento deportivo**, existe un concepto erróneo sobre “qué capacidades tengo que entrenar en cada momento de la temporada, ahora voy a entrenar la hipertrofia, ahora la fuerza explosiva, luego la fuerza máxima, después la potencia...” y cosas así que nos encontramos en el día a día en libros y artículos de impacto. Cada vez que cojo un artículo que habla del

entrenamiento de fuerza para la mejora del rendimiento y demuestran una mejora entrenando con cargas altas entre el 70 y el 90% de 1RM, normalmente con un carácter del esfuerzo máximo (hasta el fallo), me echo las manos a la cabeza o directamente no me lo creo.

En primer lugar porque antes de empezar a programar el entrenamiento de fuerza para un deporte es fundamental saber las necesidades de fuerza de ese deporte y, en este caso, el fútbol es un deporte con unas necesidades medias de fuerza, entendiendo como necesidades altas las de un halterófilo, un atleta de velocidad o un luchador. Por lo tanto, entrenar a un futbolista con esas cargas tan elevadas me parece totalmente fuera de lugar, porque no se estaría siendo específico con el entrenamiento de fuerza, y porque no existiría diferenciación entre unos deportistas y otros.

La justificación que emplean estos artículos para entrenar con este tipo de cargas suele ser la de mejorar la fuerza máxima a través de la hipertrofia en primer lugar (70 al 85% 1RM) y de la activación neural en segundo lugar (85 al 100% 1RM), y esto es un error. La aplicación de estas cargas en una programación del entrenamiento produciría una respuesta fisiológica en el organismo de tal magnitud que llevaría al jugador a un estado de fatiga crónica, con unos niveles de CK muy por encima de sus valores normales, además de disminuir su capacidad de salto y de aceleración en un alto porcentaje. Recomendaría aquí la lectura de dos artículos, Pareja-Blanco et al. 2016 y González-Badillo et al. 2016.

Sin embargo, **el empleo de cargas bajas de entrenamiento con un carácter del esfuerzo bajo ofrece muchas más posibilidades para la mejora del rendimiento en este deporte** (mejora del salto, de la capacidad de aceleración y de la fuerza máxima) y suponen un esfuerzo menor para el jugador que, normalmente, después del entrenamiento de fuerza, tiene que entrenar en el campo y, por lo tanto, debemos controlar en gran medida la fatiga provocada por el entrenamiento de fuerza, que es otra de las claves del entrenamiento.

Además de ofrecer una mejora sobre la fuerza máxima, la aplicación de este tipo de cargas conlleva una mejora sobre la producción de fuerza en la unidad de tiempo y la disminución (mejora) del déficit de fuerza, siempre y cuando entrenemos a la máxima velocidad. Estas conclusiones, además de verlas en el día a día en mi formación académica durante años y ser la base de mi tesis doctoral, donde se comparan los efectos del entrenamiento entre unas cargas y otras, se pueden encontrar en artículos de la literatura científica como el que hemos publicado nosotros recientemente con jugadores de fútbol (De Hoyo et al. 2016) o González Badillo et al. 2015.

Desde nuestra área ésta es la base del entrenamiento de fuerza, la de aplicar el mínimo estímulo que produzca adaptación. Pero... ¿cuál es ese mínimo estímulo? La respuesta a esta pregunta no se sabe, y seguramente no se sabrá nunca, pero conociendo el efecto que produce cada carga de entrenamiento en nuestro organismo, aplicando el sentido común y los principios de especificidad y progresión en las cargas de entrenamiento podremos acercarnos a su respuesta.

De hecho, hemos obtenido mejoras en jugadores durante dos temporadas seguidas entrenando con cargas incluso inferiores a las que publicamos en nuestro estudio, midiendo día a día la velocidad de ejecución para asegurarnos de que la carga que proponemos a diario cumple con el esfuerzo real que le supone a cada jugador esa carga en ese día, hablando por supuesto de que **cada jugador tiene su propia carga específica de entrenamiento.**

¿Qué relevancia tiene el entrenamiento pliométrico en la preparación física de un futbolista?

Desde mi punto de vista considero que **tiene que ir de la mano del entrenamiento de fuerza** propiamente dicho, tanto para la mejora del rendimiento como para la prevención de lesiones. La gran mayoría de las acciones que se producen en el fútbol llevan asociadas un ciclo

de estiramiento – acortamiento (saltos, sprints, cambios de dirección) en la misma medida que las acciones que se asocian con este tipo de entrenamiento (Drop Jumps, carreras con salto en cada apoyo, saltos horizontales seguidos... tanto a una pierna como a dos piernas).

Es un método de entrenamiento bastante estudiado en la literatura y con una buena relación entre la aplicación de un programa de ejercicios de este tipo y la mejora de la capacidad de aceleración y el salto, por lo que su entrenamiento puede dar resultados muy beneficiosos en nuestros jugadores. Al respecto destacaría un Meta Análisis de Sáez de Villarreal de 2012 y la revisión de Markovic y Mikulic en Sports Medicine en 2010.

Sin embargo, desde mi experiencia y mi punto de vista, **el empleo de este tipo de acciones debe estar muy controlado y seguir un orden lógico de progresión, ya que si los incluimos en el programa de entrenamiento demasiado pronto o empleamos ejercicios demasiado agresivos, podemos incurrir en un grave aumento del riesgo de lesión tanto a nivel articular como a nivel muscular o tendinoso.**

En mi opinión, dentro de un programa de entrenamiento, los incluiría una vez hayamos realizado previamente algunas sesiones de otros ejercicios más generales como sentadilla, CMJ o cargada de fuerza para preparar, en mayor medida, a las articulaciones y grupos musculares del tren inferior antes de aplicar este tipo de ejercicios.

Dentro del trabajo en gimnasio obviamente se incide mucho en tren inferior, pero ¿es importante trabajar la zona del CORE para prevenir lesiones?

Sí, me parece interesante el **entrenamiento específico de CORE** para la prevención de lesiones, sobre todo a nivel del pubis por los problemas de descompensación entre los aductores y los músculos del abdomen que nos encontramos en los jugadores de fútbol.

Además, la **musculatura abdominal y lumbar es la principal transmisora de fuerzas entre los miembros inferiores y los superiores, e influye mucho en la estabilización del tronco ante un desequilibrio, por lo que su entrenamiento cobra especial importancia.**

Si bien es cierto que considero que el entrenamiento específico de CORE es importante, como acabo de decir, me gustaría destacar a su vez que hay que darle la importancia que realmente tiene, y que no todo el entrenamiento de CORE son ejercicios específicos del mismo ya que, según los resultados de algunos estudios que nos encontramos en la literatura, existe una mayor activación de los erectores espinales durante una sentadilla que en un ejercicio específico para esta musculatura como el “Superman” (Comfort et. al 2012). Además, según el estudio de Hamlyn et al. 2007 la realización de ejercicios de sentadilla y peso muerto con el 80% de 1RM provocaría una mayor activación a nivel de los multifidos que la realización de un “Superman” o un “Side Bridge” sobre fitball, ejercicios seleccionados en este estudio por ser los que mayor activación electromiográfica provocaban según los resultados de otros estudios anteriores.

Creo que es importante resaltar esto en este punto para darle importancia al entrenamiento específico de CORE, pero a su vez tener presente que la activación de esta musculatura se produce en la gran mayoría de ejercicios y acciones que realizamos. Por lo tanto, **es importante tener cierto juicio crítico para saber qué ejercicios nos beneficiarían en nuestro programa de entrenamiento y porqué, dándole importancia a la calidad y especificidad más que a la cantidad de los mismos.**

El Sevilla se ha proclamado de nuevo campeón de la Europa League ¿Qué aspectos consideras que han sido las claves de estos buenos resultados?

Podría responder a esta pregunta con una sola palabra y esta sería **TRABAJO**, o mejor dicho **TRABAJO EN EQUIPO**. Desde un buen proyecto deportivo, una buena estructura de club, un gran entrenador, un magnífico cuerpo técnico y unos jugadores unidos que creen en lo que se trabaja día a día.

El hecho de estar en un club tan prestigioso como el Sevilla F.C. entiendo que te permite crecer mucho como profesional al tener la oportunidad de compartir espacio con grandes entrenadores como Unai ¿qué destacarías de este técnico?

Unai es un gran entrenador, sin duda uno de los que más recordaré cuando acabe mi carrera profesional, así que puedes imaginar la multitud de cosas que podría destacar de él tras hacer lo que ha hecho en el Sevilla FC, al igual que hizo anteriormente con el Almería o el Valencia CF.

Admiro muchísimo **su capacidad de trabajo, la ilusión que transmite en cada entrenamiento, su forma de comunicar, su pasión por el fútbol y el análisis que hace del juego**. Es un gran motivador y además confía mucho en su grupo de trabajo, clave en un deporte de equipo, por lo que también sería importante que destacase aquí, además de Sergio y Moisés de los que ya he hablado antes, a Juan Carlos Carcedo y Pablo Villa (sus dos ayudantes), Víctor Mañas (su analista de vídeo) y Javi García (entrenador de porteros). Todos ellos, juntos, forman un equipo de trabajo del máximo nivel, así que el aprendizaje del que disfrutamos día a día es para hacer otra tesis doctoral, me considero un privilegiado por eso, y siempre les agradeceré la confianza que nos han dado a mí y a mis compañeros de poder trabajar a su lado.

Muchas gracias por tu tiempo Carlos, es todo un placer tener en nuestra web a un profesional como tú que se ha formado en la misma facultad que muchos de nosotros.

No hay de qué, gracias a vosotros. Un placer.

MUNDOENTRENAMIENTO.COM

ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR Y CHALECO

Desde hace un tiempo se ha puesto de moda la **electroestimulación eléctrica neuromuscular** (EENM) que implica la aplicación de una serie de estímulos intermitentes en la superficie de los músculos esqueléticos, con el objetivo de desencadenar contracciones musculares visibles debido a la activación de las ramas nerviosas intramusculares (19). Sin embargo, cada vez son más las voces que alertan sobre los **posibles efectos adversos** que tienen para la salud por lo que vamos a desgranar cuáles son los efectos, beneficios y efectos negativos estudiados hasta la fecha.

Dentro de los usos más comunes de la electroestimulación está la medicina cardiovascular (12), ortopédica (7), neurológica (26), oncológica, (4) geriátrica (1), espacial (5) y el rendimiento deportivo (23).

En la siguiente imagen se puede ver el porcentaje de área de sección transversal (CSA) activada en función de la intensidad del estímulo de entrenamiento con electroestimulación:

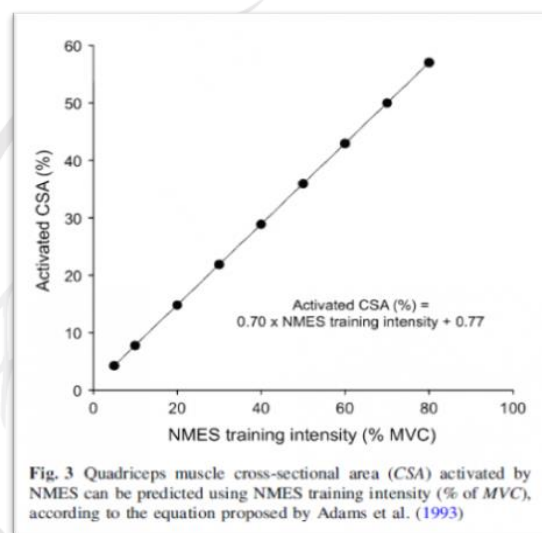


Figura 1. Porcentaje de área de sección transversal muscular reclutada en función de la intensidad del entrenamiento con EENM

Uno de los rasgos característicos de la electroestimulación es que su aplicación podría evocar actividad neural generalizada en el sistema nervioso central provocando una gama de adaptaciones neuronales pudiendo ser muy interesantes para lesionados medulares y personas con patologías locomotoras.

Aspectos metodológicos a considerar en el entrenamiento con electroestimulación:

Características de la corriente:

- Frecuencia
- Intensidad
- Tiempo de duración
- Tiempo de descanso entre corrientes
- Ramping

Características de la contracción:

- Intensidad
- Duración
- Longitud muscular
- EENM sola o acompañada.
- Características del electro estimulador
- Electrodo
- Estimulación de las UM

Programas de entrenamiento:

- Contracciones/sesión
- Sesiones semanales
- Semanas
- Satisfacción del usuario
- Tolerancia

¿Qué respuestas documentadas a nivel científico genera la electroestimulación?

Existen **efectos positivos** para eliminar el lactato y la actividad de la creatinquinasa pero en cuanto a la **recuperación** de parámetros como la fuerza aún no existen evidencias científicas. Esto puede atribuirse a la elección de manera aleatoria de la intensidad de estimulación. La electroestimulación puede ser una alternativa válida de **recuperación post ejercicio** cuando el factor dolor es el más importante.

Dolor muscular *con* esfuerzos submáximos:

- TENS(20min) +FRIO (8).
- MHVS(30min) (25).
- LFES(10min) (13).

Capacidad de generar fuerza:

- LFES(10min) (13)

Actividad de la creatinquinasa:

- LFES(20min) (31)

Lactato en sangre:

- LFES(20min) (16) (28)

¿Qué adaptaciones documentadas a nivel científico genera la electroestimulación?

- Un protocolo de entrenamiento de larga duración con **electroestimulación muscular** puede **mejorar los niveles de actividad enzimática** oxidativa y en la glucólisis (20).

- Existe una **mejora de la resistencia a la fatiga en lesionados medulares** de un 75% durante protocolos de cuatro semanas de entrenamiento con 3-4h/diarias, 5 días a la semana (12).
- La **electroestimulación muscular** con contracciones voluntarias aumenta más la fuerza que el entrenamiento voluntario solamente en sujetos no entrenados. Una de las ventajas de esta metodología con respecto a la isométrica es que la incomodidad y el dolor durante el entrenamiento se ve reducido (14).
- La **electroestimulación muscular** con contracciones voluntarias **puede perjudicar el rendimiento en salto vertical así como la potencia** anaeróbica por lo que se recomienda realizar un trabajo pliométrico complementario (14).
- Con un trabajo de 8 sesiones en 4 semanas se observan ganancias en cuanto a fuerza muscular pero no es recomendable utilizar este método de entrenamiento con **electroestimulación muscular** más allá de 16 sesiones en 4 semanas ya que con la electroestimulación se mejora más la fuerza que con entrenamiento voluntario (15).
- Si el objetivo es la potencia anaeróbica debe aplicarse la **electroestimulación muscular** de manera isométrica en lugar de superponer o combinar con pliometría ya que se obtienen mayores mejoras en salto vertical y sprint (14).
- En otra publicación llevada a cabo en 2013 afirman que el uso de (MIHA-bodytec®) combinado con movimientos voluntarios 18 minutos por sesión, 3 sesiones cada dos semanas y en 12 meses tiene un impacto positivo en la masa muscular y masa grasa abdominal. El problema de la validez del estudio es que está financiado por MIHA-bodytec® (20).

¿Qué líneas de investigación están actualmente en curso por desconocimiento científico?

- Cuantificación la fatigabilidad de la estimulación para la rehabilitación terapéutica.
- Investigar comparando la **electroestimulación muscular** combinada con otras técnicas de recuperación post-ejercicio.
- Se necesita estudiar más acerca del daño muscular y las adaptaciones inducidas por electroestimulación.
- Estudiar de manera específica qué corrientes pueden derivar en mejores adaptaciones para mejorar la máxima contracción voluntaria.
- Comprender las adaptaciones neurales y musculares del entrenamiento con **electroestimulación muscular** en personas sanas para que los resultados puedan ser extendidos con seguridad a pacientes clínicos.

¿Puede llegar a ser peligrosa la utilización del chaleco de electroestimulación muscular?

En cuanto a los estudios sobre los chalecos electroestimuladores (MIHA-bodytec®) **existe poca bibliografía científica**. En un estudio de 2015 se concluye que los pacientes con miopatías deben descartar la utilización de los chalecos MIHA-bodytec® ya que puede provocar **rabdomiólisis** (descomposición del tejido muscular que provoca su liberación a la sangre) (10).

En esta línea se han publicado recientemente varios casos de **problemas severos de salud**. En 2015 un hombre de 20 años padeció mioglobulinuria, leucocitosis y elevados niveles de creatinquinasa y mioglobina tras realizar un entrenamiento con el chaleco. Ese mismo año Israel TV lo denuncia como potencialmente peligroso su no se regula su uso por casos de rabdomiólisis hasta tal punto que el Ministro de Salud israelí recomendó no hacer uso de estos dispositivos sin supervisión médica.

El problema es que normalmente las personas que se encargan de prescribir entrenamiento con chalecos de **electroestimulación muscular** no tienen formación seria y reglada y, por tanto, no saben analizar, evaluar y prescribir un entrenamiento adaptado a las necesidades y características del cliente o paciente. Por ello, los mayores expertos a nivel mundial han demandado a través de una comunicación la necesidad de **regular el uso de estos dispositivos** (23).

En cualquier caso, se requieren mayor número de investigaciones. Desde mi punto de vista la **electroestimulación muscular** es un método de entrenamiento que, utilizado correctamente y razonablemente, **puede inducir mejoras y efectos positivos siempre bajo la supervisión de profesionales cualificados y certificados oficialmente**.

Bibliografía

1. Amiridis, I. G., Arabatzi, F., Violaris, P., Stavropoulos, E., & Hatzitaki, V. (2005). Static balance improvement in elderly after dorsiflexors electrostimulation training. *European journal of applied physiology*, 94(4), 424-433.
2. Babault, N., Cometti, C., Maffiuletti, N. A., & Deley, G. (2011). Does electrical stimulation enhance post-exercise performance recovery? *Eur J Appl Physiol*, 111(10), 2501-2507. doi: 10.1007/s00421-011-2117-7
3. Bickel, C. S., Gregory, C. M., & Dean, J. C. (2011). Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*, 111(10), 2399-2407. doi: 10.1007/s00421-011-2128-4
4. Crevenna, R., Marosi, C., Schmidinger, M., & Fialka-Moser, V. (2006). Neuromuscular electrical stimulation for a patient with metastatic lung cancer—a case report. *Supportive care in cancer*, 14(9), 970-973.
5. Convertino, V. A. (2009). Status of cardiovascular issues related to space flight: implications for future research directions. *Respiratory physiology & neurobiology*, 169, S34-S37.
6. Deley, G., Kervio, G., Verges, B., Hannequin, A., Petitdant, M. F., Grassi, B., & Casillas, J. M. (2008). Neuromuscular adaptations to low-frequency stimulation training in a patient with chronic heart failure. *Am J Phys Med Rehabil*, 87(6), 502-509. doi: 10.1097/PHM.0b013e318174e29c
7. Delitto, A. N. T. H. O. N. Y., Rose, S. J., McKowen, J. M., Lehman, R. C., Thomas, J. A., & Shively, R. A. (1998). Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Physical Therapy*.
8. Denegar, C. R., & Perrin, D. H. (1992). Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation, cold, and a combination treatment on pain, decreased range of motion, and strength loss associated with delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 27(3), 200.
9. Esmaeilzadeh, S., Akpınar, M., Polat, S. E., Yildiz, A., & Oral, A. (2015). Effects of 8-week whole-body vibration training on knee extensors strength in healthy young volunteers. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23, A392.
10. Finsterer, J., Stöllberger. (2015). Severe rhabdomyolysis after MIHA-bodytec® electrostimulation with previous mild hyper-CK-emia and noncompaction. *Inter J Cardiology* 180: 100-102
11. Grunovas, A., Silinskas, V., Poderys, J., & Trinkunas, E. (2007). Peripheral and systemic circulation after local dynamic exercise and recovery using passive foot movement and electrostimulation. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 335.
12. Harridge, S. D., Andersen, J. L., Hartkopp, A., Zhou, S., Biering-Sørensen, F., Sandri, C., & Kjaer, M. (2002). Training by low-frequency stimulation of tibialis anterior in spinal cord-injured men. *Muscle & nerve*, 25(5), 685-694.

13. Harris, S., LeMaitre, J. P., Mackenzie, G., Fox, K. A., & Denvir, M. A. (2003). A randomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. *European Heart Journal*, 24(9), 871-878.
14. Herrero, A. J., Martin, J., Martin, T., Abadia, O., Fernandez, B., & Garcia-Lopez, D. (2010a). Short-term effect of plyometrics and strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance: A randomized controlled trial. Part II. *J Strength Cond Res*, 24(6), 1616-1622. doi: 10.1519/JSC.obo13e3181d8e84b
15. Herrero, A. J., Martin, J., Martin, T., Abadia, O., Fernandez, B., & Garcia-Lopez, D. (2010b). Short-term effect of strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance. A randomized controlled trial. Part I. *J Strength Cond Res*, 24(6), 1609-1615. doi: 10.1519/JSC.obo13e3181dc427e
16. Heyman, E., De Geus, B., Mertens, I., & Meeusen, R. (2009). Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(6), 1303.
17. Hortobagyi, T., & Maffiuletti, N. A. (2011). Neural adaptations to electrical stimulation strength training. *Eur J Appl Physiol*, 111(10), 2439-2449. doi: 10.1007/s00421-011-2012-2
18. Houston, M. N., Hodson, V. E., Adams, K. K., & Hoch, J. M. (2015). The effectiveness of whole-body-vibration training in improving hamstring flexibility in physically active adults. *Journal of sport rehabilitation*, 24(1).
19. Hultman, E. R. I. C., & Sjöholm, H. (1983). Energy metabolism and contraction force of human skeletal muscle in situ during electrical stimulation. *The Journal of physiology*, 345(1), 525-532.
20. Kemmler, W., Von Stengen, S. (2013). Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial. *Clin Inter Aging* (8) 1353-1364
21. Kjaer, M., Mohr, T., Biering-Sorensen, F., & Bangsbo, J. (2001). Muscle enzyme adaptation to training and tapering-off in spinal-cord-injured humans. *Eur J Appl Physiol*, 84(5), 482-486.
22. Maffiuletti, N. A. (2010). Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*, 110(2), 223-234. doi: 10.1007/s00421-010-1502-y
23. Maffiuletti, N. A., Zory, R., Miotti, D., Pellegrino, M. A., Jubeau, M., & Bottinelli, R. (2006). Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 85(2), 167-175.
24. Malnick, S. D., Band, Y., Alin, P., & Maffiuletti, N. A. (2016). It's time to regulate the use of whole body electrical stimulation. *Bmj*, 352, i1693.
25. McLoughlin, T. J., Snyder, A. R., Brolinson, P. G., & Pizza, F. X. (2004). Sensory level electrical muscle stimulation: effect on markers of muscle injury. *British journal of sports medicine*, 38(6), 725-729.
26. Merrill, D. R. (2009). Review of electrical stimulation in cerebral palsy and recommendations for future directions. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(s4), 154-165.
27. Millet, G. Y., Martin, V., Martin, A., & Verges, S. (2011). Electrical stimulation for testing neuromuscular function: from sport to pathology. *Eur J Appl Physiol*, 111(10), 2489-2500. doi: 10.1007/s00421-011-1996-y
28. Neric, F. B., Beam, W. C., Brown, L. E., & Wiersma, L. D. (2009). Comparison of swim recovery and muscle stimulation on lactate removal after sprint swimming. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2560-2567.

29. Nosaka, K., Aldayel, A., Jubeau, M., & Chen, T. C. (2011). Muscle damage induced by electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*, 111(10), 2427-2437. doi: 10.1007/s00421-011-2086-x
30. Rogan, S., de Bruin, E. D., Radlinger, L., Joehr, C., Wyss, C., Stuck, N. J., ... & Hilfiker, R. (2015). Effects of whole-body vibration on proxies of muscle strength in old adults: a systematic review and meta-analysis on the role of physical capacity level. *European Review of Aging and Physical Activity*, 12(1), 1-26.
31. Tessitore, A., Meeusen, R., Pagano, R., Benvenuti, C., Tiberi, M., & Capranica, L. (2008). Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1402-1412.



REHABILITACIÓN DE ROTURA DE BÍCEPS FEMORAL

La lesión de los músculos isquiotibiales en deportistas es una de las alteraciones más comunes, siendo la más frecuente la rotura del bíceps femoral en su porción proximal (1,6,15). El mecanismo de lesión más típico suele producirse en situaciones de no contacto, donde el deportista realiza una contracción excéntrica y siente una sensación de punzada aguda en la parte posterior del muslo. La resonancia magnética es la prueba diagnóstica más fiable para determinar la gravedad de la lesión (1,2).

Es importante conocer que, en un tercio de las roturas fibrilares existe una recidiva a las 2 semanas de retomar la actividad física (17), algunas de las causas de esta incidencia son un inadecuado programa de rehabilitación y/o una vuelta prematura a la realización de la actividad deportiva (6,7). Por lo tanto, el programa expuesto a continuación abordará el tratamiento de esta lesión, además de conocer cómo modificar los posibles factores de riesgo principales de esta alteración, como son: la debilidad, fatiga o falta de flexibilidad comprometida por la cicatriz. También incluimos como factores de riesgo una disminución de la fuerza de los isquiotibiales en comparación con la del cuádriceps, además de los déficits de coordinación de la musculatura estabilizadora del tronco y/o una mala postura lumbar (1,15,21,23).

Propuesta de tratamiento

Dividiremos el periodo de recuperación en fases, en las cuales nos deberemos de marcar unos objetivos:(22,20).

1. Objetivos fase inicial
 - Tratamiento del tejido cicatricial
 - Reducir al mínimo la atrofia y la pérdida de fuerza
 - Prevenir la pérdida de movimiento
 - Pasaremos a la siguiente fase cuando consigamos: Una marcha normal sin dolor y la realización de acciones concéntricas sin dolor contra una resistencia submáxima (50-75%) con la rodilla en 90° de flexión
2. Objetivos fase intermedia:
 - Inicio de la recuperación de fuerza en todo el rango de movimiento
 - Trabajo del control neuromuscular del tronco y pelvis en movimientos deportivos específicos
 - Pasaremos a la siguiente fase cuando consigamos: Que el paciente sea capaz de correr hacia delante y hacia atrás sin dolor a una velocidad moderada y que posea una fuerza de 5 sobre 5 en la escala Daniels(9)
3. Objetivos fase final
 - Disminución completa de los síntomas (ej: dolor o rigidez) durante el desarrollo de actividades
 - Fortalecimiento de la musculatura
 - Mejora del control postural del tronco y de la pelvis
 - Integrar el control postural en movimientos específicos del deporte
 - Al finalizar esta fase el paciente debe de haber conseguido: Tener la misma fuerza en todo el rango de movimiento y ser capaz de realizar sin limitación todas las actividades relacionadas con el deporte.

Técnicas

Para la recuperación de la lesión, haremos uso de diferentes técnicas, las expuestas a continuación son algunas de las más usadas:

- La **hidroterapia** nos ayudará a descargar el peso de las estructuras anatómicas involucradas, a aumentar el flujo sanguíneo, lo que nos ayudará en lo que respecta a la inflamación y el hematoma, y aumentar el gasto cardíaco en un 30%, lo que será un beneficio para conseguir y mantener un entrenamiento cardiovascular adecuado (3).
- La realización temprana de **movilizaciones pasivas** ha demostrado que promueve una buena orientación del colágeno en la regeneración de las fibras musculares, así como un aumento de la recapilarización de la zona afecta (12,13)
- **Ejercicio terapéutico** a través del cual someteremos al paciente a un programa de recuperación, tanto de la fuerza máxima, como de la fuerza resistencia, además de trabajar la potencia de la musculatura. Realizaremos ejercicios isométricos, concéntricos y excéntricos en función de la fase en la que nos encontremos (6). Comenzaremos con ejercicio isométricos para que las estructuras dañadas comiencen a activarse. Del isométrico pasaremos al concéntrico ya que nos ayudará a conseguir una mejor respuesta muscular, además elegiremos esta progresión porque supone una menor demanda metabólica y comienza antes el reclutamiento de fibras. Por último, realizaremos ejercicios excéntricos para conseguir la máxima eficacia muscular (14). Una vez conseguido hacer isométricos, concéntricos y excéntricos adecuadamente, pasaremos al entrenamiento de la fuerza, para ello trabajaremos la fuerza máxima trabajando y mejorando la 1 RM, la fuerza resistencia con la 15RM y la potencia la trabajaremos en repeticiones de 3X10 con el mínimo tiempo (7).
- **Reeducación Perceptivo Sensitivo Motriz (RSPM)**: trabajaremos en la dinámica de mejora tanto de la capacidad de movimiento, aumentado el ROM, estirando la musculatura; como de la calidad del movimiento, reeducando todos los receptores involucrados en la lesión. Con ello conseguiremos mejorar las respuestas fisiológicas y neurológicas. Esta combinación de ejercicios es fundamental para la recuperación de la lesión, y su mantenimiento en el entrenamiento nos beneficiará como prevención de futuras lesiones (10,22).
- Trabajo de **pliometría**: llevaremos a nuestro paciente hacia su rutina deportiva a modo de progresión, combinando las últimas fases del trabajo de RSPM y ejercicio terapéutico con el ejercicio de pliometría (5).

Fase 1:

Además de los objetivos especificados en esta fase será necesario el tratamiento del hematoma, que inicialmente lo trataremos con el método **RICE** (reposo deportivo, hielo, compresión y elevación) durante los dos primeros días. Combinaremos la compresión y la crioterapia repitiendo intervalos de 12 a 20 minutos de duración cada 3 o 4 horas (6,18). Posteriormente pasaremos a trabajar en medio acuático donde utilizaremos agua tibia (26°-33°C) para conseguir una relajación global de los tejidos y más específicamente, en los propios de la lesión que pueden verse sobrecargados (3). Podremos incluir técnicas drenantes de masoterapia con el fin de ir reduciendo el edema.

Incluiremos en esta fase la realización de **movilizaciones pasivas** con el fin de drenar el tejido edematoso, evitar la pérdida de rango articular y evitar las posibles adherencias que puedan existir (12,13).

Ya que uno de los criterios para pasar a la siguiente fase es que el sujeto presente una **marcha** normal, dedicaremos un espacio a trabajar la readaptación de la marcha. Este aspecto es importante ya que los cambios adaptativos en la biomecánica y los patrones de movimiento

producidos por el dolor pueden ser algunos de los factores de riesgo de recidivas (16). Podremos comenzar a realizarlo en medio acuático, aprovechándonos de la propiedad de flotabilidad del agua.

Como ya hemos comentado anteriormente, la región lumbopélvica ha de presentar un control motor óptimo para que los músculos isquiotibiales gocen de una correcta funcionabilidad, por lo que será un buen momento para trabajar control motor del suelo pélvico, transverso del abdomen y multifidos (20). Lo trabajaremos en el agua, para beneficiarnos de las propiedades ya citadas.

FASE 1	TRATAMIENTO
Reducir el edema	Baño general de agua tibia (26º-33ºC) y drenaje manual del edema
Reducir la atrofia y la pérdida de fuerza	Contracciones isométricas en sedestación y con flexión de rodilla en varios ángulos (30º, 60º y 90º).
Readaptar la marcha	Caminar en medio acuático
Control motor	Ejercicios de alto impacto cognitivo: -Contraer el Transverso del abdomen o los multifidos con un estímulo visual, ayudados por ejemplo del stabilizer
RSPM (sin carga)	En medio acuático y partiendo de extensión de cadera y flexión de rodilla, le pediremos que no pierda nuestro contacto, en el cual iremos variando las presiones por toda la zona del vientre muscular.

Fase 2

Ya que uno de nuestros objetivos es mejorar el rango de movimiento incluiremos ejercicios de **estiramiento**, ya que recientes revisiones literarias afirman que pueden reducir el riesgo y la gravedad de lesiones en el miembro inferior (11). Además, se ha demostrado que son importantes para mejorar la propiocepción del huso neuromuscular y están recomendados sin dolor, a partir de que se haya formado la cicatriz, alrededor del día 5-6 (8).

En esta fase es cuando el atleta debe comenzar a **fortalecer** tanto concéntricamente como excéntricamente en último lugar, para conseguir así, la máxima eficacia muscular (14,20). Mantener este tipo de ejercicios en el tiempo nos ayudará a reducir el riesgo de futuras lesiones en este grupo muscular (1). Trabajaremos también la **fuerza máxima**, trabajando y mejorando la 1RM, la **fuerza resistencia** con la 15RM y la **fuerza potencia** la trabajaremos en repeticiones de 3X10 con el mínimo tiempo (7).

FASE 2	TRATAMIENTO
Aumentar ROM	Estiramiento pasivo de isquiotibiales en decúbito supino
RSPM	Decúbito supino en la camilla con la parte media de las piernas sobre un fitball, elevar el glúteo manteniendo la pelvis estable
Concéntrico	Utilizando maquinaria adecuada que nos resista la flexión de rodilla
Excéntrico	Equilibrio sobre una sola pierna, realizando diagonales con los brazos y nordic hamstring

Fase 3

Esta fase está enfocada a la rehabilitación de los movimientos funcionales propios del deporte. Por lo tanto, los ejercicios de **estabilización del tronco** deben de ser más exigentes, aumentando la progresión de los ejercicios concéntricos y excéntricos e incluyendo los pliométricos (8,19).

La incorporación de **ejercicios pliométricos** puede reducir el riesgo de lesión. La progresión de actividades específicas del deporte y actividades pliométricas debería pasar de movimientos unidireccionales a bidireccionales, finalizando en movimientos multidireccionales (5).

FASE 3	TRATAMIENTO
RSPM	En decúbito supino con apoyo en una de las piernas, realizar elevación de cadera y rodilla como vemos en la imagen. Podremos progresarlo aumentando el número de segundos que se mantiene con la cadera en elevación.
Excéntrico	Partiendo de una flexión de rodilla como observamos en la imagen, resistir lentamente la fuerza del cable. Podremos progresarlo aumentando la carga
Pliométrico	Saltando sobre ambas piernas en el sitio, sobre una superficie estable, pediremos que en la repetición el paciente realice máxima flexión de cadera y rodilla, llegando a tocar las palmas en el suelo para luego volver a saltar
Pliométrico	Posteriormente deberemos progresar el pliométrico hacia movimientos bidireccionales como por ejemplo rebotes y hacia movimientos multidireccionales como rebotes en zig zag

Bibliografía

1. Clark, R. A. (2008). Hamstring injuries: risk assessment and injury prevention. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 37(4), 341–6.
2. Cohen, S. B., Towers, J. D., Zoga, A., Irrgang, J. J., Makda, J., Deluca, P. F., & Bradley, J. P. (2011). Hamstring injuries in professional football players: magnetic resonance imaging correlation with return to play. *Sports Health*, 3(5), 423–30.
3. Cordero, D. J. E. M. (2008). *Agentes físicos terapéuticos*. (C. Médicas, Ed.). La Habana.
4. Croisier, J.-L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(10), 681–95.
5. Green, C. M., Comfort, P., & Matthews, M. (2009). Consideraciones para el Entrenamiento Posterior a una Lesión Isquiotibial en Atletas. *PubliCE Standard*.

6. Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención Versión 4.5 (9 de febrero de 2009). (2009). *Apunts Medicina de l'Esport (Castellano)*, 44(164), 179–203.
7. Hall, C. M., & Brody, L. T. (2006). *EJERCICIO TERAPÉUTICO. Recuperación funcional (Bicolor)*. Les Guixeres (Badalona); Paidotribo.
8. Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 67–81.
9. Hislop, H., Avers, D., & Brown, M. (2014). *Daniels y Worthingham. Técnicas de balance muscular: Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales*. Elsevier España.
10. Huber, F. E., & Wells, C. L. (2006). *Therapeutic Exercise: Treatment Planning for Progression*. Saunders Elsevier.
11. Hübscher, M., & Refshauge, K. M. (2013). Neuromuscular training strategies for preventing lower limb injuries: what's new and what are the practical implications of what we already know? *British Journal of Sports Medicine*, 47(15), 939–40.
12. Järvinen, M. J., & Lehto, M. U. (1993). The effects of early mobilisation and immobilisation on the healing process following muscle injuries. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 15(2), 78–89.
13. Kääriäinen, M., Järvinen, T., Järvinen, M., Rantanen, J., & Kalimo, H. (2000). Relation between myofibers and connective tissue during muscle injury repair. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 332–7.
14. Komi, P. V, & Viitasalo, J. T. (1977). Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 100(2), 246–54.
15. Marshall, P. W. M., Lovell, R., Jeppesen, G. K., Andersen, K., & Siegler, J. C. (2014). Hamstring muscle fatigue and central motor output during a simulated soccer match. *PloS One*, 9(7), e102753.
16. Orchard, J., & Best, T. M. (2002). The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 12(1), 3–5.
17. Orchard, J., Best, T. M., & Verrall, G. M. (2005). Return to play following muscle strains. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 15(6), 436–41.
18. Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 319–23.
19. Rivera, J. E. (2013). Aplicación de la técnica de fortalecimiento del core en los jugadores que presentan pubalgia en el equipo profesional de fútbol Espoli.
20. Schmitt, B., Tim, T., & McHugh, M. (2012). Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 333–41.
21. Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Warren, P., & Connell, D. A. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(6), 1008–15.
22. Valle, X., L Tol, J., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N., ... Jardi, J. (2015). Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(4), e25411.
23. Worrell, T. W. (1994). Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 17(5), 338–45.

ENTRENAMIENTO TABATA ¿QUÉ DICE LA CIENCIA?

A la hora de escoger qué modelo de entrenamiento elegir para cumplir nuestros objetivos nos podemos encontrar con una gran variedad de tipos y modalidades, como por ejemplo el HIIT, entrenamiento con bandas elásticas, etc. Los motivos para decantarse por unos u otros pueden ser muy diversos desde los objetivos que queramos conseguir, pasando por el tiempo del que dispongamos para entrenar, así como nuestra condición física actual o el material deportivo que tengamos a mano para emplear en las sesiones. Sean cuales sean las razones que nos lleven a decantarnos por un tipo de entrenamiento, lo más importante es que sus resultados se encuentren amparados bajo evidencia científica. En este artículo sometemos a análisis el modelo de **entrenamiento Tabata** para comprobar qué dice de él la ciencia.

Entrenamiento Tabata

El **entrenamiento Tabata** tiene sus orígenes en una investigación realizada por Tabata et al. (17), en la que demostraban que 4 minutos de ejercicio, realizados durante 6 semanas de entrenamiento, incrementaban la capacidad aeróbica y anaeróbica de los sujetos. Esta premisa es la que más adelante se convertiría en el **entrenamiento Tabata** (12); el cual además se puede utilizar para incrementar la fuerza muscular, mejorar la flexibilidad y reducir el nivel de grasa corporal (13).

El modelo de **entrenamiento Tabata** se clasifica como un modelo de entrenamiento de ejercicio intermitente de alta intensidad (19), que consiste en 20 segundos de trabajo de muy alta intensidad seguidos por 10 segundos de recuperación (10). El cual, pese a sus similitudes, algunos autores lo consideran diferente al *high-intensity interval training (HIIT)* (3), mientras que otros investigadores lo consideran una variante (7, 20).

Otra investigación realizada más adelante (18) en la que se comparaba el **entrenamiento Tabata** con otra modalidad de entrenamiento, en el que se realizaban 30 segundos de ejercicio entre los que se intercalaban 2 minutos de recuperación, demostró que el grupo de deportistas que se ejercitaban mediante **entrenamiento Tabata** conseguían una mejora significativa de su capacidad aeróbica y anaeróbica. En la investigación de Scott et al. (16), quienes estudiaban el total del coste energético (aeróbico/anaeróbico, ejercicio y recuperación) de tres rutinas compuestas por ejercicios de sentadillas calisténicas en un **entrenamiento Tabata** de tipo isométrico, isotónico y pliométrico (salto); concluyó que los ejercicios isométricos no parecían representar un formato apropiado cuando se intenta maximizar los costes de energía.

El método de **entrenamiento Tabata** también puede aplicarse a los deportes colectivos. Una investigación ha comprobado que después de 8 semanas de **entrenamiento Tabata** se producen modificaciones en la composición corporal en futbolistas (14). Además, se ha demostrado que la inclusión de estos métodos de entrenamiento no repercute ni interfiere en el proceso de aprendizaje de las habilidades motrices así como de los gestos técnicos de la propia especialidad deportiva (6). En deportes individuales como el esquí acuático también ha demostrado su efectividad (1).

Con respecto a los materiales que se pueden emplear, se ha comprobado que el swing durante un entrenamiento con kettlebell demostró tener significativamente mayores respuestas cardiovasculares y metabólicas cuando se encuentra integrado dentro de un modelo de **entrenamiento Tabata**, en comparación con un sistema de entrenamiento tradicional (4).

Otra investigación (22), demostró que un **entrenamiento Tabata** en el que se incluyan kettlebells puede ser más eficaz a la hora de mejorar la respuesta cardiorrespiratoria de los sujetos que un entrenamiento interválico de sprints en bicicleta. Si bien los resultados sugieren

que aunque los protocolos de HIIT, entre los que se incluye el **entrenamiento Tabata**, son eficientes en el tiempo, sus resultados no se mostraron superiores a los obtenidos mediante la práctica de ejercicio convencional en adultos jóvenes sedentarios (5).

En la actualidad existen múltiples variaciones del método de **entrenamiento Tabata**, como, por ejemplo, combinándolo con supersets (11), el denominado circuito samurai (2), sistemas de entrenamiento pensados para realizarse en el agua (9), etc.

Conclusiones

El **entrenamiento Tabata** ha demostrado ser un sistema de entrenamiento eficaz a la hora de mejorar la condición física y de quemar calorías de las personas que son sometidas a él (8, 15, 21). Debido a su gran nivel de exigencia puede no ser recomendado para todo el mundo, en especial para aquellas personas sedentarias, con algún tipo de enfermedad o desentrenadas. Por ello, es importante que su ejecución sea supervisada por un profesional del ámbito debidamente cualificado y preparado.

Bibliografía

1. Bender, L. (2012). Fitness Focus: Tabata Training. *Waterski*, 34(6), 64.
2. Dale, P. (2014). The Samurai Tabata Circuit. *Ultra-Fit Magazine*, 24(3), 48-51.
3. Emberts, T., Porcari, J., Doberstein, S., Steffen, J., & Foster, C. (2013). Exercise Intensity and Energy Expenditure of a Tabata Workout. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 12(3), 612-613.
4. Fortner, H. A., Salgado, J. M., Holmstrup, A. M., & Holmstrup, M. E. (2014). Cardiovascular and Metabolic Demands of the Kettlebell Swing using Tabata Interval versus a Traditional Resistance Protocol. *International Journal Of Exercise Science*, 7(3), 179-185.
5. Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., & ... Porcari, J. P. (2015). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 14(4), 747-755.
6. Herodek, K., Simonović, C., Pavlović, V., & Stanković, R. (2014). High Intensity Interval Training. *Activities In Physical Education & Sport*, 4(2), 205-207.
7. Koch, A. (2004). The Secret Of Tabata. *Men's Fitness*, 20(5), 142-148.
8. Leicht, L. (2013). Tabata Time!. *Shape*, 82.
9. Lewis-McCormick, I. (2014). Sample Class: Deep-Water Tabata. *IDEA Fitness Journal*, 11(6), 69-70.
10. O'Connor, M., Asuchuk, L., Chomitsch, M., & Billheimer, J. (2012). Tabata Ideas for 2012: Metabolic Training for Multi-Level Participants. *Fitness Informer*, 10-12.
11. Perry, C. (2015). Advanced Sculpting Strategies: Tabata & Supersets. *Muscle & Fitness Hers*, 16(6), 46-51.
12. Perry, C. (2016). Instant Power-up TABATA WORKOUT. *Muscle & Fitness Hers*, 17(3), 64-69.
13. Rebold, M. J., Kobak, M. S., & Otterstetter, R. (2013). The Influence Of A Tabata Interval Training Program Using An Aquatic Underwater Treadmill On Various Performance Variables. *Journal Of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)*, 27(12), 3419-3425.
14. Sánchez-Pérez, F. J. , & Carranque-Chaves, G. Á. (2015). Efectos del Entrenamiento Tabata en la Composición Corporal del Futbolista. / Effects of Tabata Training in the Footballer Body Composition. *Revista Kronos*, 14 (1), 56-69.

15. Scott, C. B. (2012). Oxygen Costs Peak after Resistance Exercise Sets: A Rationale for the Importance of Recovery over Exercise. *Journal Of Exercise Physiology Online*, 15(2), 1-8.
16. Scott, C., Nelson, E., Martin, S., & Ligotti, B. (2015). Total Energy Costs Of 3 Tabata-Type Calisthenic Squatting Routines: Isometric, Isotonic And Jump. *Motricidad: European Journal Of Human Movement*, 35, 34-40.
17. Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂ max. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28 (10), 1327-1330.
18. Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F. & Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (3), 390-395.
19. Tabata, I. (2014). High intensity intermittent training -What is Tabata protocol?-. *Advances In Exercise & Sports Physiology*, 20(4), 77.
20. Tabata Training. (2013). *Ultra-Fit Magazine*, 23(7), 58-59.
21. Tabata Training Proves Effective. (2013). *IDEA Fitness Journal*, 10(8), 15.
22. Williams, B. M., & Kraemer, R. R. (2015). Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses in Kettlebell High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Cycling. *Journal Of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)*, 29(12), 3317-3325.


MUNDOENTRENAMIENTO.COM

ANÁLISIS DEL ENTRENAMIENTO CON TRX

Continuamos con la serie de artículos en los que analizamos qué dice la ciencia, en concreto las investigaciones llevadas a cabo por diversos científicos y publicadas en revistas de prestigio, tanto internacionales como nacionales, acerca de los diferentes elementos que se pueden utilizar en una sesión de entrenamiento, ya sea esta centrada en el rendimiento deportivo, en la rehabilitación deportiva, etc. Después de analizar elementos como el Fitball, el Foam Roller, el bosu o las Kettlebells, en el presente artículo nos centraremos en el **entrenamiento con TRX**, un elemento cada vez más presente en los gimnasios y demás centros de entrenamiento y/o rehabilitación deportiva.

Entrenamiento con TRX. ¿Qué dice la ciencia?

En el **entrenamiento con TRX** se pueden realizar una gran cantidad de ejercicios y programas (7, 14, 18), como por ejemplo las flexiones. El estudio llevado a cabo por Snarr & Esco (16) demostró que realizar flexiones de brazos en suspensión (utilizando TRX) provocaba una mayor activación del pectoral mayor, del deltoides anterior y del tríceps braquial en comparación con las flexiones tradicionales. Por lo tanto, las flexiones en suspensión pueden considerarse una variante avanzada de las flexiones tradicionales cuando es necesario un mayor desafío. Si bien, tal y como concluye el estudio de Borreani et al. (3) no todos los dispositivos inestables aumentan la activación muscular en comparación con las flexiones tradicionales.

Otro ejercicio que se puede realizar durante un **entrenamiento con TRX** son las planchas. En otra investigación, los mismos autores Snarr & Esco, (17) comprobaron que los ejercicios de planchas realizados con los dispositivos de inestabilidad, como el TRX, provocaban un mayor aumento de la actividad electromiográfica (EMG) en la musculatura superficial en comparación con los ejercicios de planchas tradicionales que se llevan a cabo en situaciones estables. Otros ejercicios que se pueden llevar a cabo durante una sesión son, por ejemplo, el trabajo en circuito, las sentadillas o aquellos que impliquen trabajo en la zona core (6, 19, 20).

El estudio de Maté et al. (11) tuvo como objetivo investigar las variables cardiorrespiratorias comparando un programa de entrenamiento de fuerza tradicional en condiciones estables con otro programa de fuerza en condiciones inestables (en el que empleaban siguientes materiales: Bosu y TRX). Todo ello mediante la prescripción de la carga de entrenamiento a partir de una escala de percepción subjetiva del esfuerzo.

Las conclusiones que se extrajeron fueron que, después de un programa de entrenamiento de fuerza en diferentes condiciones de estabilidad de una duración de 7 semanas y, prescribiendo las cargas de entrenamiento a través de la RPE, los valores de las variables cardiorrespiratorias eran similares. Otro estudio (10) señaló que un programa de entrenamiento de circuito con dos dispositivos de entrenamiento de inestabilidad (TRX y Bosu) era tan eficaz en hombres no entrenados como un programa ejecutado en condiciones estables para mejorar la fuerza (1 RM), la potencia, la velocidad de movimiento y la capacidad de salto.

Atendiendo al ámbito de la rehabilitación deportiva, el **entrenamiento con TRX** puede ser beneficioso durante la fase post-operatoria en los pacientes que se sometieron a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior utilizando un autoinjerto de los isquiotibiales-recto interno de la rama ipsilateral. Esto se debe a que dicho trabajo implica la activación muscular y el fortalecimiento de la orientación medial centrándose específicamente en el componente a reforzar y entrenar (1). Igualmente, se puede emplear en el proceso de rehabilitación y/o de prevención de lesiones musculares (12).

El **entrenamiento con TRX** también puede emplearse en el trabajo con personas de la tercera edad (13), eso sí, tiene que ser muy individualizado ya que debe adaptarse y adecuarse a las capacidades físicas y estado de salud de cada persona de una manera más precisa y delicada (8). También, la investigación de Barroso (2) señala que el uso de TRX puede ser tan efectivo como el trabajo con pesas libres. Por último, el **entrenamiento con TRX** también puede aplicarse en los deportes como el tenis como un método para el desarrollo de la resistencia de los deportistas (9) o en la natación (15).

Conclusión

El TRX fue desarrollado por Peter Holman como un instrumento de entrenamiento que se pudiera usar en cualquier lugar y momento y por todo tipo de personas (4) y su nombre son las siglas de "Total-body Resistance eXercise" (5). Su principal característica es que facilita los movimientos en todo tipo de planos y ejes, factor que con la gran mayoría de elementos utilizados en el entrenamiento es muy complicado o imposible de conseguir (21). En base a la bibliografía disponible, el **entrenamiento con TRX** ha demostrado ser un instrumento eficaz tanto como para la mejora de la condición física de las personas como durante el proceso de rehabilitación deportiva.

Bibliografía

1. Árnason, S., Birnir, B., Guðmundsson, T., Guðnason, G., & Briem, K. (2014). Medial hamstring muscle activation patterns are affected 1-6 years after ACL reconstruction using hamstring autograft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(5), 1024-1029.
2. Barroso, M. (2014). The Suspense Is Over: Study Shows Trx Builds Like Weights. *Men's Fitness*, 30(10), 17.
3. Borreani, S., Calatayud, J., Colado, J. C., Moya-Nájera, D., Triplett, N. T., & Martin, F. (2015). Muscle activation during push-ups performed under stable and unstable conditions. *Journal Of Exercise Science & Fitness*, 13(2), 94-98.
4. Butler, C. (2012). TRX RIP TRAINER. *American Fitness*, 30(5), 50-52.
5. Convis, C. (2009). Multi-Planar Training With TRX. *American Fitness*, 27(2), 46-48.
6. Core workouts. (2014). *Shape*, 34(3), 154-155.
7. Durkin, T. (2009). "Challenging, Functional and Fun" Product Review: The TRX Suspension Trainer. *Training & Conditioning*, 19(7), 47.
8. Gaedtke, A., & Morat, T. (2015). TRX Suspension Training: A New Functional Training Approach for Older Adults – Development, Training Control and Feasibility. *International Journal Of Exercise Science*, 8(3), 224-233.
9. Martínez, J., Beltrán, C., Alcalá, I., & Gonzalez, R. (2012). Application des méthodes « TRX » et « RIP » pour le développement de l'endurance de force au tennis. *Coaching & Sport Science Review*, 5811-13.
10. Maté-Muñoz, J. L., Monroy Antón, A. J., Jodra Jiménez, P., & Garnacho-Castaño, M. V. (2014). Effects of Instability versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 13(3), 460-468.
11. Maté-Muñoz, J. L., Isidori, E., & Garnacho-Castaño, M. V. (2015). Efectos a corto plazo en variables cardiorrespiratorias de 2 programas de entrenamiento de fuerza prescribiendo intensidad de ejercicio con la RPE. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 10(28), 41-53.
12. Milsom, J. (2012). Hamstring injury prevention and rehabilitation training using the TRX Suspension Trainer. *Training & Conditioning*, 22(3), 55.
13. News from ICAA Preferred Vendors. (2011). *Journal on Active Aging*, 10(1), 20-22.
14. Rosania, J. R. (2014). TRX SUSPENSION TRAINING. *Swimming World*, 55(2), 41.
15. Shaw, J. (2015). Trx For Swimmers. *Triathlete*, (379), 50-51.

16. Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2013). Electromyographic Comparison of Traditional and Suspension Push-Ups. *Journal Of Human Kinetics*, 3975-83.
17. Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2014). Electromyographical Comparison Of Plank Variations Performed With And Without Instability Devices. *Journal Of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)*, 28(11), 3298-3305.
18. TRX ROLLS OUT. (2013). *American Fitness*, 31(5), 8.
19. TRX SKI WORKOUT. (2014). *Ultra-Fit Magazine*, 24(2), 18-19.
20. TRX Push-Pull Challenge. (2016). *Muscle & Fitness*, 77(3), 68.
21. Viti, L. (2012). TRX in a Group Exercise Format. *American Fitness*, 30(6), 18-19.



FERNANDO NACLERIO, INVESTIGACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Está con nosotros **Fernando Naclerio, Doctor en Ciencias del Deporte**, Departamento de Fisiología por la Universidad de León. **Investigador en el área del Entrenamiento de fuerza, potencia y Nutrición deportiva**. Actualmente es Profesor Titular en la Universidad de Greenwich y Director en dicha Universidad, del programa de Máster de Ciencias en Entrenamiento de fuerza y Acondicionamiento, Centro de Ciencias del Deporte y Rendimiento Humano.

Estimado Doctor Fernando Naclerio, lo primero quisiéramos agradecerle su presencia hoy en Mundo Entrenamiento, es un verdadero placer.

Hola Pablo, muchas gracias por la invitación a tí y a todo el equipo de Mundoentrenamiento.com

Cuéntenos Doctor, ¿qué claves considera usted como fundamentales dentro del entrenamiento de fuerza enfocado hacia la hipertrofia?

En el entrenamiento de fuerza deberían considerarse dos aspectos fundamentales:

1. **Los objetivos que se desean alcanzar por el entrenamiento** (resultados del entrenamiento) que a su vez se podrían diferenciar en los aspectos relacionados al rendimiento, como aumento de fuerza, mejoras en la resistencia muscular localizada o la explosividad, etc.) y los relacionados con los cambios en la composición corporal (aumento de masa muscular, etc.)
2. **La zona de manifestación de fuerza a entrenar en cada sesión de trabajo**. La forma en que la fuerza se aplica va a estar determinada en primer lugar, siempre por la magnitud de la resistencia a vencer (pueden revisar los libros y publicaciones de Verkhohansky, Kuznetzov, etc. así como la literatura mas contemporánea que no dejan dudas al respecto). Luego deberá considerarse la velocidad alcanzada en los movimientos que estará determinada por la aceleración aplicada a la resistencia o peso. Con pesos submáximos <85% del teóricamente máximo peso posible de movilizar (1RM) es posible que la persona pueda modular la velocidad y entonces realizar gestos explosivos con pesos ligeros <60% o gestos explosivos con >60% y <85% cuando ejecuta los movimientos con máxima velocidad o sino estaríamos hablando de manifestaciones de fuerza mas orientadas a la fuerza resistencia cuando realiza los gestos con velocidad submáximas y pesos ligeros (<60% o moderados a altos >60% hasta 85%).

Con pesos máximos >85% a 100% la expresión de fuerza se engloba dentro de lo que se define como máxima fuerza absoluta. Por supuesto que es posible aplicar fuerza máxima con pesos submáximos, siempre que se aplique la mayor fuerza posible y se entrene entonces con la máxima velocidad (como se explicó anteriormente) pero para evitar confusiones en estos casos las definimos como fuerza explosiva (no es posible hacer un gesto explosivo submáximo, sería una contradicción).

La hipertrofia constituye una adaptación obligada de cualquier entrenamiento de fuerza, independientemente del tipo de manifestación que se entrena, lo que sucede es que cuando las personas desean ganar masa muscular sin importarles el impacto del entrenamiento sobre el rendimiento habría que analizar cuales son los protocolos más apropiados para lograr este objetivo.

Actualmente **se ha observado que la ganancia de masa muscular podría ser similar entrenando con configuraciones de series largas, cercanas o llegando al fallo**

muscular momentáneo, independientemente de que se usen pesos altos o bajos, no obstante también debe considerarse que **el hecho de llegar al fallo muscular puede requerir periodos de descanso muy prolongados**, además los estudios han analizado intervenciones a corto plazo (6 a 8 semanas o 12 como máximo) y por lo tanto no permite hacer estimaciones sobre los efectos de un entrenamiento aplicado de forma regular y por tiempos prolongados de más de 3 meses a años.

En personas que llevan pocos meses de adaptación al entrenamiento de fuerza hasta 1 o 2 años, entrenar en la zona de fuerza resistencia con pesos de 60 al 70% movilizados con velocidad máximas a moderadas y pausas de 1.3 a 3 min (que permitan mantener el peso entre series) podría ser una estrategia recomendable. En atletas más entrenados con varios años de entrenamiento, el uso de pesos mas elevados >75, 85% o incluso más en series de 6 a 8 repeticiones, pudiendo llegar al fallo en la última serie y en ciertos microciclos (no todos) con pausas de entre 2 a 3 min sería una recomendación apropiada.

Las pausas cortas que se recomendaban hasta hace unos pocos años para llegar más rápido a la fatiga muscular, han mostrado no ser tan efectivas como las pausas mas largas que permiten mantener el nivel de peso más alto a lo largo del entrenamiento.

Por otro lado a medida que la persona mejora el nivel de rendimiento lo más apropiado es seguir un plan de entrenamiento debidamente periodizado en donde se alternen diferentes microciclos con volúmenes de cargar variable y en donde se aborden diferentes manifestaciones de fuerza (fuerza resistencia y máxima para el caso de los programas más orientados para la ganancia de masa muscular).

*¿Qué peso tiene la alimentación en dicho proceso de incremento de masa magra?
¿Qué opinión tiene acerca de la suplementación deportiva?*

La alimentación apropiada es un factor de gran importancia para apoyar, tal vez optimizar los efectos determinados por el entrenamiento (no obstante el factor decididamente más importante como siempre reafirmo “es el entrenamiento” no la alimentación). La **suplementación deportiva utilizando proteínas de alta calidad, aminoácidos y otros compuestos como la creatina por ejemplo pueden maximizar el efecto del entrenamiento**, pero al igual que el entrenamiento es el factor decisivo, la **correcta organización nutricional también es un aspecto que va por encima de la mera incorporación de suplementos**, los cuales optimizan los efectos de la nutrición.

Dentro del entrenamiento de fuerza, ¿Qué suplementos son los fundamentales para alcanzar de forma eficiente objetivos relacionados con la hipertrofia muscular?

Siempre que la alimentación este adecuadamente organizada en cuanto a cantidad, calidad, número de ingestas y su distribución (timing) el uso de **proteínas de alta calidad (Whey, Beef, Huevo, etc.) y creatina han mostrado ser compuestos eficaces para maximizar los efectos del entrenamiento de fuerza**. Hay otros como el uso de aminoácidos ramificados, pero al estar estos dentro de los preparados de proteínas, su utilización de forma aislada requeriría una análisis individualizado.

¿Qué tipo de entrenamiento cree usted que presenta más evidencia de cara a la ganancia de masa muscular?

Tal y como he comentado en una pregunta anterior, las **proteínas de alta calidad, aminoácidos y otros compuestos como la creatina por ejemplo pueden maximizar el efecto del entrenamiento**.

¿Qué periodización es la más recomendable cuando el deportista busca ese objetivo?

Las estrategias de periodización hoy en día son muy variables, inclusive discutidas por algunos autores. La periodización es un aspecto que si bien se basa en la ciencia también es considerado como un arte habilidad para poder determinar los momentos de esfuerzo y descanso mas apropiados que además son individuales para cada deportista. **Los criterios de periodización ondulada y doble ondulada que aunque tienen soporte científico basado en publicaciones en revista de impacto internacional, en la mayoría de los casos han realizado intervenciones cortas y por lo tanto hay que ser cautos.** El criterio más importante es la variación de cargas y la identificación de los periodos apropiados de entrenamiento y descanso. Un buen entrenador planifica por objetivos a corto, mediano y largo plazo en donde el logro de los objetivos parciales le va dando la base para fijar los posteriores.

¿Cada cuánto tiempo considera que es necesario incluir entrenamientos de fuerza máxima en los macrociclos? ¿Qué porcentaje es necesario dedicarle a esta capacidad?

En novicios, no es necesario abordar la zona de fuerza máxima, estos mejoran la fuerza con manifestaciones de fuerza en las zonas de resistencia con pesos bajos (al inicio) y moderados luego de unos meses de adaptación.

En personas más entrenadas, el entrenamiento de fuerza máxima suele tener una presencia mayor (1 a dos mesociclos) 4 a 10 semanas. En los muy entrenados incluso suele ser la zona mas recomendada a entrenar. No obstante las planificaciones deben individualizarse y analizar la mejor respuesta posible para cada persona, hay deportistas que entrenan muy bien en la zona de F máxima mientras que otros requieren una variación más frecuente.

Está muy de moda el entrenamiento concurrente ¿qué opina del mismo? ¿Cómo podríamos realizarlo sin interferir en exceso en la ganancia de masa muscular?

Siempre que se combinen entrenamientos con ordenaciones muy diferente, **los logros se van a diversificar y no permitirán alcanzar el máximo rendimiento posible en una capacidad concreta.**

Para el caso de la hipertrofia, la zona de entrenamiento de resistencia que podría compatibilizar con un entrenamiento de fuerza seria entrenar a baja intensidad, zona 1 por debajo del primer umbral o a nivel del primera umbral. Esto es una recomendación muy general que obviamente tiene que integrarse dentro de un plan periodizado en donde posiblemente entrenamientos en zonas más intensas podrían tener lugar, especialmente si se integran con métodos de entrenamiento intermitente en donde pueden realizarse más intensidades y aun evitar un impacto sobre la depresión glucogénica y el catabolismo proteico muscular.

Muchas gracias por estar hoy con nosotros Fernando, en verdad es un honor para mi y para todo el equipo, recibir en nuestra web a ilustres figuras de la investigación y del campo de las Ciencias del Deporte.

Muchas gracias a vosotros por invitarme a Mundo Entrenamiento.



Correo electrónico: info@mandoentrenamiento.com



Skype: [mundo.entrenamiento](https://www.skype.com/people/mundo.entrenamiento)



Facebook: [mundoentrenamiento](https://www.facebook.com/mundoentrenamiento)



Twitter: [@m_entrenamiento](https://twitter.com/m_entrenamiento)



Teléfono: 64 290 638