

Monograph

Entrenamiento de Fuerza y Potencia en Niños y Jóvenes

Dr. Fernando Naclerio, PhD, CSCS, CISSN, RNutr¹

¹*Departamento de fundamentos de la motricidad y entrenamiento deportivo. Univ. Europea de Madrid (UEM).*

INTRODUCCION

Las investigaciones científicas, desarrolladas en los últimos años han demostrado que el entrenamiento de fuerza sistemático aplicado de forma adecuada y debidamente supervisado, es una herramienta esencial para estimular adaptaciones positivas en el organismo de niños y jóvenes de ambos sexos (American Academy Pediatrics 2001, Faigenbaum, et al. 1996a, Faigenbaum, et al. 1996b).

Tanto los niños como las niñas, desde edades muy tempranas (~ 6 años), pueden obtener beneficios significativos de diferentes formas de entrenamiento de fuerza, utilizando distintos tipos de sobrecargas (barras, mancuernas, elásticos, balones medicinales, etc) pudiendo realizar numerosos ejercicios ejecutados con diferentes regimenes de trabajo muscular: concéntrico, excéntrico, ciclos de estiramiento acortamiento (saltos), etc (Faigenbaum 2006).

Si bien, en edades tempranas no se dispone de niveles adecuados de andrógenos, como para estimular adaptaciones musculares y ganancias de fuerza similares a las que se producen en los adultos, los niños han mostrado una gran capacidad para mejorar sus niveles de fuerza por medio de adaptaciones neurales que se basan en el incremento de las unidades motoras activas, una mayor coordinación y dominio técnico de los movimientos que se relacionado especialmente con mejoras en la coordinación y sincronismo muscular (American Academy Pediatrics 2001, Faigenbaum 2006, Faigenbaum, et al. 1996a).

ENTRENAMIENTO DE FUERZA DURANTE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO. CONCEPTO DE FASES SENSIBLES

En niños bien nutridos, no hay evidencias comprobadas acerca de que un tipo específico de actividad física pueda alterar su normal crecimiento, desarrollo o maduración, incluso la realización de programas de actividad física adecuadamente supervisados, es una de las condiciones más importantes para estimular el desarrollo óptimo de los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración en todos sentido (física, psíquico, cognitivo y emotivo) (Faigenbaum 2000).

Las fases sensibles, son periodos de la vida en los cuales se facilita la adquisición de modelos de comportamientos específicos, relacionados al medio ambiente (Baur 1988).

La adquisición de experiencias análogas antes o luego de estas fases puede requerir un tiempo más largo de asimilación o una adquisición incompleta o insignificante de las capacidades que se intentan desarrollar (Baur 1988).

Ninguna capacidad es entrenable en la misma medida en todas las edades, por lo tanto, aquel *periodo ontogénico* en donde

el organismo muestre una mayor susceptibilidad ante un tipo específico de entrenamiento para una capacidad motora, ha sido denominado como *fase sensible específica para esta capacidad* (Winter 1986). De todas formas, debe considerarse que no hay una fase sensible general que sea válida para todas las capacidades físicas, sino periodos en los cuales se evidencia una mayor sensibilidad para entrenar una capacidad determinada (Habbelinck 1989, Winter 1986).

Si bien, la exacta localización de las fases sensibles a lo largo de la vida de cada persona todavía no ha sido convenientemente identificada con edades cronológicas concretas, muchos autores han comprobado su existencia (Baur 1988, Winter 1986).

En niños, el pico de ganancia de fuerza que se ha relacionado con la *fase sensible para el desarrollo del entrenamiento de la fuerza muscular*, ocurre alrededor de los 1.2 años después de producirse el pico de velocidad de crecimiento vertical (estatura) y ~0.8 años antes que el pico de velocidad de aumento de peso corporal. De esta manera, primero se produce el pico de velocidad de crecimiento, luego aumenta la masa corporal y el peso muscular para permitir incrementos significativos en las capacidades de aplicar fuerza (Faigenbaum, et al. 1996b).

En niñas, no hay cambios bruscos en el ritmo de ganancia de fuerza como el observado en los niños, pero se descubre una fase de mayor incremento de fuerza justo luego del pico de velocidad de crecimiento en estatura, al producirse la primera menstruación (Platanov 1989).

En ambos sexos, la fase sensible para la velocidad coincide con la maduración del sistema nervioso que predispone a los niños a incorporar una gran cantidad de experiencia motora, y aprender gestos técnicos de diferentes características y con altas frecuencias y relativa complejidad de los movimientos (saltos, movimientos secuenciales, etc). Esta etapa, se alcanza alrededor de los 9 a 10 años, justo antes del pico de velocidad en estatura y de producirse una pérdida temporal del esquema corporal (Habbelinck 1989).

CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DEL ORGANISMO EN NIÑOS PREPUBERES

A continuación se destacan las características más importantes que diferencian el organismo de los niños respecto de los adultos. Dichas características deberían ser tenidas en cuenta para aplicar de una forma más conveniente los diferentes estímulos físicos que deben estar destinados a formar y aprovechar las funciones para las que los niños están más predispuestos en cada etapa evolutiva y no para intentar forzar aquellas en las que el organismo no ha alcanzado el grado de maduración adecuado como para realizarlas y generar procesos de adaptaciones positivas (Tittel 1990).

El músculo esquelético del niño prepuber es más elástico, tiene poco tono y definición, aunque respecto del adulto posee un notable irrigación y flujo sanguíneo que junto a su gran densidad mitocondrial lo predisponen para realizar trabajos fundamentalmente aeróbicos especialmente fraccionados o esfuerzos intermitentes de alta intensidad y corta duración alternados con pausas relativamente cortas ya que su capacidad de recuperación entre esfuerzos intensos es sumamente eficiente (Faigenbaum 2000, Klimt 1987). De todas maneras, debe considerarse que los niños al no tener completamente desarrolladas vías energéticas glucolíticas y mostrar una tendencia a convocar menor cantidad de unidades motoras rápidas, producen menor fuerza y potencia, no sólo en términos absolutos sino también cuando se los relaciona al peso corporal y por lo tanto, es posible que además de las diferencias en sus dimensiones corporales y madurativas el nivel de esfuerzo producido que es sensiblemente inferior, determine también tiempos menores de recuperación (Falk & Dotan 2006).

El sistema esquelético posee gran movilidad, huesos largos, flexibles, en crecimiento, con las epífisis no cerradas. Las curvas de la columna vertebral se establecen entre 6 a 12 años, notándose un crecimiento más acelerado de este segmento respecto de las extremidades. De esta manera, es esencial que en los inicios de la formación deportiva, se comience con ejercicios de fuerza que acentúen la participación de la musculatura del tronco y no tanto la de las extremidades (Bompa 2003, Klimt 1987).

Entre los 11 y 14 años (según sean niñas o niños), se observa una aceleración del crecimiento articular y un empuje púberal con una pérdida transitoria del esquema corporal. En esta etapa, puede determinarse un mayor riesgo de lesión en la musculatura del tronco, viéndose un sinergismo hormonal, ya que se producen simultáneamente incrementos de las secreciones de testosterona y de la hormona de crecimiento que estimulan las ganancias de masa muscular y fuerza, aunque se perjudica la coordinación y la velocidad de movimiento (Cañadel & De Pablos 1988). No obstante, si el sujeto no ejercita adecuadamente la musculatura del tronco pueden producirse pérdidas importantes de fuerza en la zona central que tiende a debilitarse y causar sobrecargas sobre la columna vertebral (Faigenbaum 2000, Klimt 1987).

El sistema nervioso, se encuentra en pleno proceso de maduración y desarrollo, el tiempo de reacción mejora luego de los 6 años y hacia los 9 o 10 años se alcanza la fase de máximo aprovechamiento coordinativo en donde se obtiene una gran capacidad para aprender gestos técnicos y veloces (Faigenbaum 2000, Klimt 1987, Martin, et al. 2005b).

BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS Y JOVENES

Además de los incrementos significativos de los niveles de fuerza muscular, el entrenamiento de fuerza aplicado de forma sistemática en niños y jóvenes ha mostrado efectos positivos sobre la composición corporal, el perfil de lípidos y la glucemia sanguínea, la densidad ósea, la capacidad motora global así como diversos aspectos psicológicos y actitudes relacionadas a la predisposición para seleccionar actividades con mayor demanda energética (práctica deportiva) respecto de otras más sedentarias (mirar televisión actividades en el ordenador, etc) (Faigenbaum 2006, Watts, et al. 2005).

El entrenamiento de fuerza debidamente planificado y supervisado ha mostrado mejorar significativamente los niveles de fuerza en niños y jóvenes por encima de los niveles producidos por su normal desarrollo y maduración (Faigenbaum 2000). Los niños entrenados en fuerza han mostrado mejoras significativas en el rendimiento en diversas actividades deportivas como los deportes de conjunto (fútbol, baloncesto, béisbol etc) así como una menor incidencia de lesiones durante la práctica deportiva habitual (Faigenbaum 2006).

Faigenbaum y col, (1996b), estudiaron a 24 de niños y niñas de 7 a 12 años de edad que fueron sometidos a un periodo de entrenamiento de fuerza con resistencias en donde entrenaba dos veces por semana (lunes y miércoles), durante 8 semanas realizando extensiones de piernas, press de banca, curl de piernas, press de hombros y curl de bíceps. En las primeras 4 (1ª a 4ª) semanas se ejecutaban dos series de 6 a 8 repeticiones en cada ejercicio y en las segundas 4 semanas (5ª a 8ª) 3 series. A continuación de este periodo se iniciaba una etapa de 8 semanas en donde no se realizaba ningún tipo de entrenamiento de fuerza (periodo de desentrenamiento). Los resultados de este estudio, mostraron que los niños entrenados incrementaban significativamente los niveles de fuerza máxima en el ejercicio de extensiones de pierna y de press de banca (+53% y + 45% respectivamente), mientras que el grupo control si bien mostraba mejoras significativas respecto de sus valores iniciales (+6.4%, y +9,5%), sus incrementos eran significativamente inferiores a los del grupo experimental. Por otro lado, los autores de este estudio destacan que las mejoras más importantes se producen durante las primeras semanas de entrenamiento en donde predominan los aspectos técnicos y coordinativos, mientras que en las semanas posteriores, cuando los aspectos técnicos se han consolidado, las ganancias son menores aunque igualmente significativas.

Luego del periodo de desentrenamiento, el grupo experimental muestra una significativa pérdida de los niveles de fuerza (-28.1% y -19.3% para el ejercicio de extensiones de piernas y press de banca respectivamente), aunque siempre mantiene niveles de fuerza más elevados respecto del grupo control, que por otra parte no muestra cambios significativos durante este periodo.

El estudio mencionado, indica que el entrenamiento de fuerza aplicado de forma sistemática en niños, produce incrementos significativos de la fuerza máxima en una forma similar al que se produce en los adultos, aunque con valores absolutos inferiores. De acuerdo a estos resultados los autores del estudio anterior concluyen que:

1. Al igual que en los adultos, los beneficios causados por el entrenamiento de fuerza en niños tienen un carácter transitorio ya que se pierden progresivamente cuando el entrenamiento se suspende.
2. Las indicaciones ofrecidas por los padres de los niños del grupo entrenado indican, que al menos aparentemente estos niños mejoraban su rendimiento en los juegos o actividades deportivas específicas así como su predisposición para realizar los entrenamientos habituales.

Las mejoras del rendimiento muscular determinadas por los trabajos de fuerza, además de causar adaptaciones básicas que son fundamentales para lograr elevados niveles de rendimiento y atenuar el riesgo de lesiones o sobrecargas en la edad adulta, provocan un incremento de la seguridad y confianza en las posibilidades para realizar diversas actividades físicas (Faigenbaum 2006). De esta manera, el objetivo fundamental de la formación deportiva en las edades infantiles será alcanzar un alto grado de experiencia motora basándose fundamentalmente en el desarrollo de las capacidades físicas básicas como la fuerza, la resistencia y la velocidad en acciones que el niño pueda ir aprendiendo progresivamente, de modo que nunca sean extremadamente complejas para su capacidad (De Hegedüs 1984, Martin, et al. 2005b, Tittel 1990).

ENTRENAMIENTO DE FUERZA E INCIDENCIA DE LESIONES EN NIÑOS Y JOVENES

Como he mencionado anteriormente, diversos estudios han demostrado que los niños que realizan entrenamiento de fuerza utilizando ejercicios multiarticulares e incluso similares a los de levantamiento olímpico o saltos como complemento formativo de las actividades deportivas habituales (juegos de conjunto, deportes de combate, atletismo, etc) tienden a reducir significativamente la incidencia de lesiones (Faigenbaum 2006, Faigenbaum, et al. 1996a).

Diversos estudios, han demostrado que entre un 15% a un 50% del total de las lesiones que se producen durante la práctica deportiva habitual en niños y jóvenes, podría prevenirse si se pusiera más énfasis en la actividad física formativa antes de profundizar e iniciar la práctica competitiva de las disciplinas específicas (Faigenbaum 2006).

Los mecanismos por medio de los cuales las mejoras en la fuerza muscular colaboran para reducir la incidencia de lesión en las actividades físicas serían:

1. Fortalecimiento de las estructuras de sostén ligamentos, tendones y huesos (Faigenbaum, et al. 1996a).
2. Mejora de la estabilidad y las relaciones entre los grupos musculares (agonistas antagonistas) implicados en los diferentes movimientos específicos (Faigenbaum 2000, Faigenbaum, et al. 1996a).
3. Incremento de la capacidad de la musculatura para absorber altos niveles de tensión muscular, de modo de aligerar las cargas sobre las estructuras óseas, ligamentosas o articulares al realizar esfuerzos intensos (Faigenbaum, et al. 1996a, Fukunaga, et al. 1992).

SEGURIDAD Y SUPERVISION DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS Y JOVENES

Las investigaciones desarrolladas en los últimos 20 años han demostrado que el riesgo de lesiones en los entrenamientos de fuerza con resistencias es similar entre niños y adultos, siendo el factor más determinante el control adecuado de las cargas y las técnicas o ejercicios utilizados (Bompa 2003, Byrd, et al. 2003, Faigenbaum 2000, Faigenbaum, et al. 1996a).

Durante años, diversos investigadores y entrenadores han mencionado los posibles riesgos que podría determinar la realización de esfuerzos sistemáticos de alta intensidad, como los se realizan durante los entrenamientos de fuerza, sobre la estructura de los huesos y cartílagos, todavía en crecimiento, de los niños, cuyas epífisis no están soldadas como en los adultos. La epífisis es la unión más débil del esqueleto de los jóvenes ya que la fuerza del cartílago es mucho menor que la que desarrolla el hueso (Cañadel & De Pablos 1988, Krüger 1988). Estudios experimentales con animales de laboratorio han llevado a hipotizar que en ciertos casos, cuando se aplican excesivas cargas con dirección vertical sobre los huesos, podría alterarse la estructura de las epífisis que experimentarían una deformación extrema acelerando su osificación y desarrollo normal (Cañadel & De Pablos 1988). De todos modos, este tipo de deformaciones y alteraciones, no ha sido hasta ahora comprobada por ninguna investigación con niños sometidos a entrenamientos de fuerza (Faigenbaum 2000, Martin, et al. 2005b).

Los riesgos de producir daños en las epífisis es menor en prepúberes respecto a los adolescentes ya que las epífisis son más resistentes y fuertes en los prepúberes respecto de los jóvenes (considerando sus niveles de fuerza absoluta) (Faigenbaum, et al. 1996a).

Aunque las fracturas de las epífisis en crecimiento han sido comunicadas en diversos estudios como uno de los riesgos asociados al entrenamiento de fuerza en jóvenes, este tipo de lesión se ha vinculado a la falta de supervisión del entrenamiento, la realización repetidas de técnicas incorrectas, o de esfuerzos máximos sistemáticos. Los errores técnicos en la ejecución de los ejercicios, si bien suelen producirse con más facilidad en los trabajos con pesos libres, especialmente con flexión de tronco al frente como sucede en el peso muerto, o al movilizar pesos por encima de la cabeza como en el press de hombros de pie, (Figura 1), también se producen al utilizar máquinas de fuerza, especialmente cuando no se supervisa adecuadamente la realización del ejercicio cuya posición está limitada por la misma máquina que puede inducir a la adopción de posturas inapropiadas (Siff 2004).



Figura 1. Press de hombros de pie, elevando el peso por sobre la cabeza.

De acuerdo con esto, y a pesar de que al inicio se debe prestar mucha atención e invertir tiempo en la enseñanza, corrección y supervisión de los trabajos, en mi caso me inclino por acentuar los ejercicios con pesos libres por sobre los que utilizan máquinas ya que aunque estas puedan ofrecer un grado de seguridad mayor al inicio, la utilización de pesos libre ofrece un mayor estímulo de entrenamiento acentuando el trabajo de propiocepción, el sentido de equilibrio, la estabilidad y la coordinación, además de permitir más libertad de movimientos para poder corregir pequeños errores que pueden producirse durante la ejecución de los levantamientos (Ozolin 1983, Siff 2004).

Las afirmaciones sobre que el entrenamiento de fuerza no es seguro en niños u jóvenes son infundadas y contradictorias ya que las cargas sobre el sistema músculo esquelético observadas en los entrenamientos de fuerza son significativamente inferiores a las causadas por las diversas actividades deportivas o recreativas que los niños realizan habitualmente en las escuelas deportivas o con sus grupos de pares (Faigenbaum 2006, Faigenbaum, et al. 1996a, Siff 2004).

En los jóvenes practicantes de levantamiento olímpico la incidencia de lesiones es significativamente menor respecto de los que realizan juegos deportivos y no complementan su actividad con ejercicios de fuerza (Byrd, et al. 2003). Incluso, los jóvenes levantadores, llegan a mover en cargada y arranque, pesos superiores a su propio peso corporal, utilizando técnicas correctas de movimiento en donde se privilegia la coordinación, la potencia y velocidad de los ejercicios más que la fuerza absoluta aplicada en los núcleos articulares implicados y que suele ser bastante inferior respecto de la producida en el movimiento global (González-Badillo & Ribas 2002).

Hasta el momento no existen evidencias científicas de que los entrenamientos de fuerza aplicados de forma sistemática con niños y jóvenes, adecuadamente supervisados y controlados puedan causar lesiones agudas o crónicas. La incidencia de estos episodios han sido comunicados de forma muy aislada y siempre causados por fallos en el control técnico de los entrenamientos (Faigenbaum 2000, 2006, Faigenbaum, et al. 1996a).

La creencia de que el entrenamiento de fuerza no es conveniente para los niños y jóvenes no tiene fundamento científico alguno e incluso es contrario a lo que demuestran las evidencias que avalan la aplicación de este tipo de actividad como una gran herramienta formativa y preventiva de posibles lesiones o sobrecargas causadas por la realización de otro tipo de actividades menos supervisadas (Faigenbaum 2006).

OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS Y JOVENES

En los niños, la realización de actividad física sistemática, si bien debe ser planificada y supervisada, para ellos debe constituir fundamentalmente un juego en donde se aprenden movimientos o actividades cada vez más complejas, pero que siempre son factibles de realizar (De Hegedüs 1984, Faigenbaum 2000, Faigenbaum, et al. 1996a).

De acuerdo con esto, el entrenador o profesor deberá periodizar los entrenamientos variando sus volúmenes e intensidades a lo largo del año, de modo de ir alcanzado objetivos que permitan incrementar la dificultad de las actividades de forma progresiva y adecuada a la capacidad individual de cada sujeto (Bompa 2003, Martin, et al. 2005b).

Según Faigenbaum y col (1996, 2000), los objetivos fundamentales del entrenamiento con niños son:

1. Favorecer el crecimiento y desarrollo
2. Mejorar el rendimiento en las actividades físicas deportivas o recreativas.
3. Prevenir la incidencia de lesiones ofreciendo más resistencia y estabilidad a la masa muscular, tejidos blandos y

RECOMENDACIONES GENERALES PARA ORGANIZAR EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS

Para organizar el entrenamiento de fuerza con niños es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones fundamentales:

1. Grado de maduración y desarrollo: En primer lugar, debe considerarse la individualidad de cada sujeto, valorando no sólo su edad cronológica sino también su nivel de desarrollo o maduración física y psicológica. Respecto a esto, muchos investigadores recomiendan basarse en estimaciones sobre la edad biológica estimada por diversas metodologías como los estadios de Tanner, radiografías sobre determinadas estructuras óseas como los huesos de la mano (Ross & Marflet-Jones 1991) o formulas en donde se combinan diversas variables como las longitudes y diámetros óseos, perímetros musculares y el peso corporal (Tittel 1990) o sólo relaciones entre el peso y la talla (Martin, et al. 2005b). La edad cronológica, cuantifica la duración de la vida de un ser humano hasta un momento determinado, mientras que la edad biológica no es una medida temporal sino que recoge de un modo coherente determinados indicadores de la edad, caracterizando en un sentido más completo el estado alcanzado por el organismo en un momento determinado de su vida y basándose, en la mayoría de los casos, en el desarrollo ontogénico (Martin, et al. 2005b).
2. Control del peso utilizado: La elección del nivel de la resistencia a vencer es un factor clave para orientar adecuadamente los entrenamientos con niños y jóvenes. De acuerdo con esto, para privilegiar el aprendizaje técnico por sobre la ganancia de fuerza en los niños prepúberes y evitar sobrecargas excesivas en los jóvenes, se ha recomendado trabajar con pesos comprendidos entre un 40% y el 50% hasta un máximo del 70% o 75% de la nivel de la 1 MR (Faigenbaum 2000, 2006, Faigenbaum, et al. 2004, Faigenbaum, et al. 1996a). Este nivel de peso puede ser controlado por escalas de percepción del esfuerzo desarrolladas especialmente para controlar la intensidad de los ejercicios de fuerza en niños y jóvenes, ver figuras 2 y 3 (Faigenbaum, et al. 2004, Robertson, et al. 2005).

Faigenbaum y col (2004), realizaron un estudio piloto para comprobar la validez de una escala de percepción del esfuerzo desarrollada con niños de ~12 años (ver figura 3), para reflejar el porcentaje de peso utilizado en ejercicios de tren superior (press de banca) e inferior (prensa horizontal). Los resultados de este trabajo, indicaron que la escala de percepción es una herramienta válida para estimar el nivel de peso movilizado durante los entrenamientos. En este mismo estudio, se recomienda realizar series de 10 repeticiones en donde los valores de la escala de percepción del esfuerzo determinados al final de cada serie deberían estar entre 6 y 7, lo cual se relacionaría a un porcentaje de peso inferior al 75% de la 1 MR (Faigenbaum, et al. 2004).

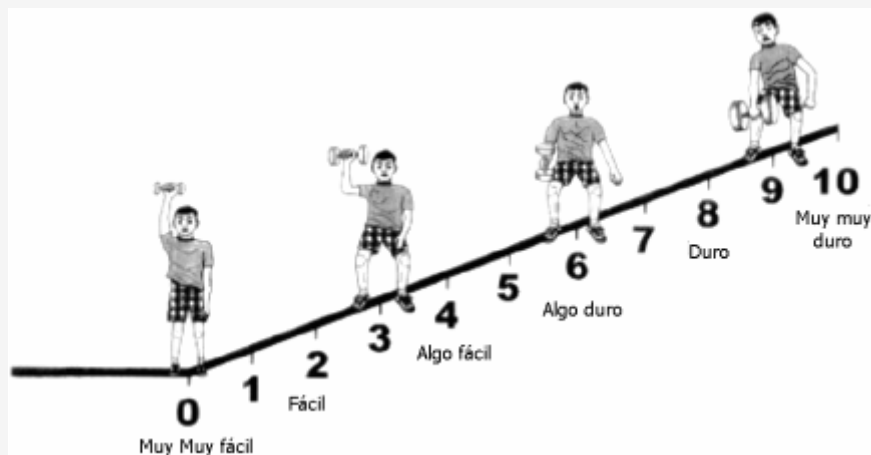


Figura 2. Escala de percepción del esfuerzo desarrollada con 25 niños y 25 niñas de de ± 1.4 y 12.3 ± 1.3 respectivamente, para controlar el volumen de los ejercicios con resistencias (Robertson, et al. 2005).

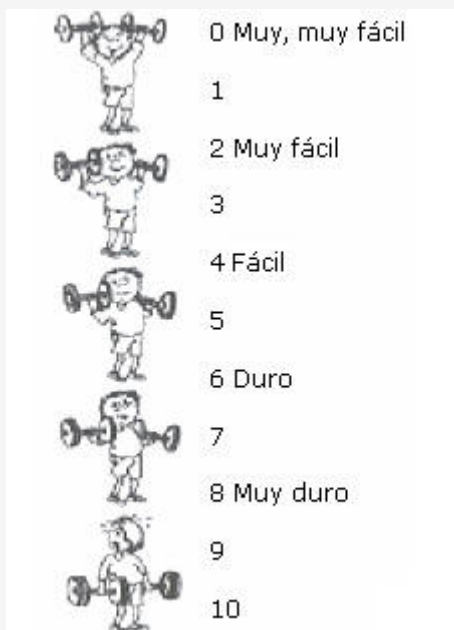


Figura 3. Escala de percepción del esfuerzo desarrollada con 15 niños y 11 niñas ($n = 26$) de 10.1 ± 1.2 años para controlar la intensidad de los ejercicios con resistencias (Faigenbaum, et al. 2004).

- Incremento del nivel de dificultad. Con el avance del entrenamiento, los pesos utilizados en los diversos ejercicios comenzarán a percibirse cada vez más ligeros, y por lo tanto para mantener el estímulo entrenante se deberá indicar un incremento del peso de entre un 5% a un 10% de modo de mantener el nivel de percepción indicado al final de cada serie (6 a 7 en la escala de la figura 3) (Faigenbaum, et al. 2004, Faigenbaum, et al. 1996a).
- 4) Tipo de ejercicio. Es recomendable realizar ejercicios multiarticulares, pero que puedan ser realizados de forma correcta durante toda la sesión de entrenamiento (press de banca, prensa horizontal, sentadillas siempre que se controle el movimiento, e incluso ejercicios de levantamiento olímpico que los niños que sean capaces de realizar correctamente) (Faigenbaum 2006, Faigenbaum, et al. 1996b). De esta manera, se acentuarán los estímulos sobre la coordinación, el equilibrio y la estabilidad muscular de la musculatura central vinculada al tronco y a las caderas (Bompa 1995).
- Frecuencia de entrenamiento. Es recomendable dejar siempre un día de pausa entre cada entrenamiento. Con una sesión por semana no se alcanza una frecuencia de estimulación suficiente para mantener el nivel de fuerza, siendo lo más adecuado entrenar entre 2 y 3 veces por semana (Faigenbaum, et al. 1996a, Faigenbaum, et al. 1996b).
- Actualización y modo de planificación. Como se ha mencionado anteriormente la actividad de los niños debe plantearse respetando los principios de periodización del entrenamiento deportivo graduando adecuadamente las intensidades y volúmenes de acuerdo con la capacidad individual y respetando esencialmente los principios de entrenamiento multilateral de modo que los niños y jóvenes sigan participando en numerosas actividades físicas y deportes con diferentes orientaciones (Bompa 2003, De Hegedüs 1984).
- Individualización. Se debe prestar especial atención al nivel de rendimiento individual de cada niño o joven, ya que prescribir esfuerzos que superen la capacidad de cada uno para mantener una técnica adecuada en cada ejercicio no sólo incrementa el riesgo de lesión sino que cambia el sentido lúdico que debe predominar en las actividades infantiles (American Academy Pediatrics 2001, De Hegedüs 1984, Faigenbaum 2006). Esta recomendación, es especialmente importante para los jóvenes en donde suelen manifestarse desequilibrios entre la resistencia de las estructuras óseas y el desarrollo o capacidad muscular para ejecutar esfuerzos máximos o explosivos que determinan elevadas exigencias sobre la unidad músculo-tendón. Esta situación, les predispone a sufrir alteraciones por sobrecarga a nivel articular y lesiones por sobre uso (Faigenbaum 2006, Klimt 1987).

ANÁLISIS DE LA FUERZA Y LA POTENCIA MECÁNICA PRODUCIDA EN

DIFERENTES GRUPOS DE DEPORTISTAS

Importancia de la Potencia Mecánica y Descripción de las Zonas de Entrenamiento de la Fuerza en Diferentes Ejercicios

Aunque el nivel de fuerza máxima producido al realizar diferentes ejercicios de fuerza constituye una variable fundamental, que ha sido y es actualmente utilizada para controlar la evolución del rendimiento, los últimos estudios han destacado que el rendimiento en los ejercicios de fuerza es una característica compleja que está determinada por muchas variables de orden fisiológico, antropométrico, anatómico y psicológico (Siff 2004). Debido a esto, estudios recientes han intentado analizar el rendimiento de fuerza en base no sólo al peso máximo movilizado o a la fuerza aplicada con diferentes pesos, sino también a la velocidad y a la potencia producida en cada ejercicio ya que la asociación de estas variables con otras de orden biométrico como la edad, el peso corporal, la estatura, las longitudes óseas y el desarrollo muscular podrían explicar con mayor precisión cómo cada persona se adapta a las diferentes cargas de entrenamiento o desentrenamiento así como a las diversas etapas de su evolución ontogénica (Baker & Newton 2005, Bosco 1991, Cronin & Sleivert 2005, Naclerio & García 2006).

La importancia de conocer la potencia mecánica producida en un ejercicio, radica en que ésta define el grado de eficiencia con la que el sistema neuromuscular actúa al realizar un movimiento específico, ya que expresa la cantidad de trabajo producido en un tiempo determinado (Enoka 2002, Gutiérrez 1998). De hecho, en los últimos años se ha propuesto que la potencia producida en los ejercicios de fuerza sea considerada el indicador principal de la intensidad con que se desarrollan los movimientos (Bosco 1991, González-Badillo 2000, Jiménez 2003, Naclerio 2001). Los diferentes estudios realizados sobre la relación entre la fuerza aplicada, la velocidad alcanzada y la potencia mecánica producida al movilizar una resistencia externa, medida en kilogramos o en porcentaje respecto al valor de la 1 MR, han permitido diferenciar distintas zonas en las que una capacidad predomina sobre las otras dos (Baker 2001a, Baker 2001b, 2001c, González-Badillo 2000, Naclerio, et al. 2004). Estas zonas configuran áreas de entrenamiento bien diferenciadas que han sido descritas bajo diferentes criterios y por distintos autores (Baker 2001c, González-Badillo & Ribas 2002, Naclerio 2006c, Naclerio & Jiménez 2005). Naclerio y Jiménez (2005), han determinado las zonas de entrenamiento considerando no sólo los valores de fuerza, potencia y velocidad sino también las características mecánicas de los ejercicios. Estos autores, determinan diferentes zonas en donde predominan manifestaciones especiales de la fuerza muscular según se pueda regular la velocidad y la potencia producida con cada porcentaje de peso utilizado. No obstante, cuando la fuerza aplicada y la velocidad alcanzada con cada nivel de peso es la máxima posible de lograr, se puede determinar una zona de máxima eficiencia mecánica o zona de pesos óptimos en donde se alcanzan los valores más altos de potencia que indica los kilogramos o porcentajes de peso respecto del valor de la 1 MR en donde se logra la mayor eficiencia al ejecutar cada ejercicio específico. Como se observa en la figura 4, la zona de máxima eficiencia mecánica, puede variar significativamente entre diferentes ejercicios, especialmente cuando estos se realizan con mecánicas de acciones muy distintas como ocurre entre los ejercicios de cadena cinética cerrada y acción de empuje (sentadilla o press de banca) respecto de los ejecutados con acciones secuenciales, como los de levantamiento olímpico (cargadas, arranques, etc) (Naclerio 2006c).

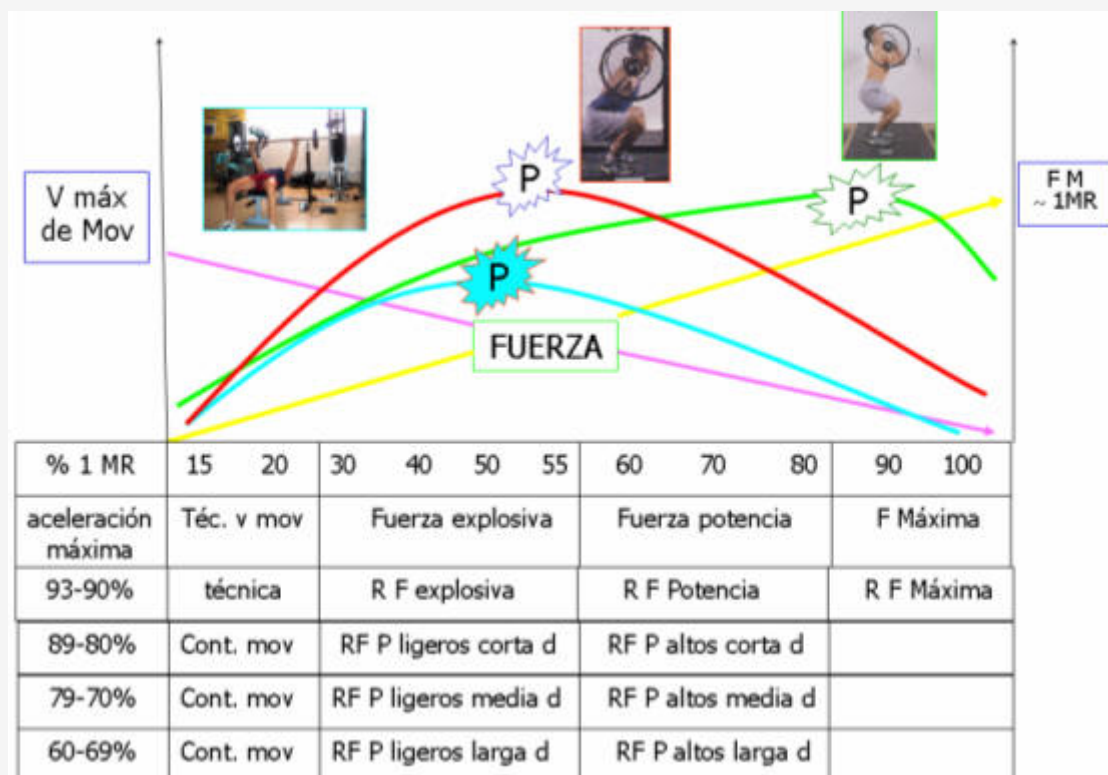


Figura 4. Zonas para entrenar las diferentes manifestaciones de fuerza muscular (adaptado de Naclerio, 2006c) **v mov:** velocidad de movimiento de las acciones realizadas; **F-v:** fuerza velocidad; **FR-v:** fuerza, resistencia a la velocidad; **FR P ligeros corta D:** fuerza, resistencia con pesos ligeros de corta duración; **FR P ligeros media D:** fuerza resistencia con pesos ligeros de media duración; **FR P ligeros larga D:** fuerza resistencia con pesos ligeros de larga duración; **FR P alto corta D:** fuerza resistencia con pesos altos de corta duración; **FR P alto media D:** fuerza resistencia con pesos medios de corta duración; **FR P alto larga D:** fuerza resistencia con pesos altos de larga duración; **FR máxima:** fuerza resistencia con pesos máximos.

La Figura 4, muestra cómo la interrelación entre el porcentaje de la 1 MR, la velocidad, la potencia mecánica y el tiempo por el que se pueda sostener la intensidad de los esfuerzos constituyen factores esenciales para determinar la manifestación de la fuerza entrenada. Por otro lado, también se destaca que en los ejercicios de acción secuencial, como la cargada, los pesos en donde se expresan los mayores valores de potencia mecánica tienden a localizarse hacia los porcentajes más altos (entre el 85% y el 90% del nivel de la 1 MR (Garhammer 1993, González-Badillo & Ribas 2002, Kawamori & Haff 2004). Mientras que en ejercicios realizados con el tren superior, y con una mecánica de cadena cinética cerrada con acción de empuje, como el press de banca, los pesos en donde se expresan las potencias más altas se sitúan entre el 45% y el 55% del valor de la 1 MR, (Baker 2001b, Baker, et al. 2001a, Naclerio, et al. 2004). Al analizar un ejercicio de cadena cinética cerrada y acción de empuje, realizado fundamentalmente con el tren inferior a través del plano vertical, movilizándolo una gran proporción del peso corporal como parte de la resistencia a vencer, los pesos que expresan los máximos valores de potencia tienden a localizarse entre el 45% y el 65% del valor de la 1 MR (Dugan, et al. 2004, Naclerio, et al. 2005). En este último caso, existen diferentes criterios para determinar el total del peso o resistencia movilizada. Así algunos autores consideran sólo el peso externo, otros consideran un porcentaje del peso corporal (entre el 88% y el 90%), y otros, como en mi caso, incluimos la totalidad del peso corporal como parte de la resistencia a vencer, tanto para determinar el nivel de la 1 MR como para calcular la potencia producida (Dugan, et al. 2004). El no incluir el peso corporal o un porcentaje de éste como parte de la resistencia a vencer, puede causar el desplazamiento de los pesos que expresan las potencias más altas hacia valores superiores respecto a los marcados en la figura 4 y además determinar errores muy significativos en la prescripción de los pesos de entrenamiento ya que se subestima en un grado muy elevado el nivel de la resistencia movilizada pudiendo confundir pesos destinados a entrenar la fuerza explosiva (~30%) con sobrecargas reales aplicadas en la zona de fuerza potencia (~60% o más) (Cronin & Sleivert 2005, Dugan, et al. 2004).

Comparación entre la Producción de Fuerza y Potencia entre Deportistas Jóvenes y Adultos

Como se ha sugerido anteriormente, el concepto tradicional por el cual los valores más altos de potencia se alcanzan al movilizar con la mayor velocidad posible cerca del 30% del peso máximo (1 MR), ha sido cuestionado por diferentes investigaciones en donde se ha visto que los máximos niveles de potencia mecánica pueden alcanzarse con rangos de pesos

muy amplios, comprendidos entre el 30% al 80% o incluso más, dependiendo fundamentalmente de la mecánica de ejecución de cada ejercicio, así como también de otras variables relacionadas a las características de cada sujeto, la especialidad deportiva o las metodología de evaluación (Cronin & Sleivert 2005, Naclerio 2006c). La localización de los pesos en donde se alcanzan los valores más altos de potencia ha suscitado un gran interés debido a que determinan niveles de sobrecarga específicos para mejorar no sólo la fuerza muscular sino también la potencia mecánica (Baker 2001c, Cronin & Sleivert 2005). Con estos pesos se estimulan principalmente fibras de tipo II y al mismo tiempo se evitan los riesgos de sobrecarga asociados a la utilización de pesos muy elevados (>80% de la 1MR) o la falta de estimulación para causar incrementos de fuerza o al descontrol del movimiento habitualmente asociado a lo utilización de pesos muy ligeros (<40% de la 1 MR) (Cormie, et al. 2007, Naclerio 2006c).

De acuerdo con esto, durante varios años con la colaboración de diversos profesionales de España y Cuba, hemos estudiado varios grupos de deportistas de diferentes edades pertenecientes a diversas especialidades a los que he evaluado en tres oportunidades con un test con pesos crecientes en los ejercicios más comúnmente utilizados a lo largo de una temporada de entrenamiento (1 macrociclo). El objetivo fundamental de estos estudios, fue localizar los valores de peso en donde se alcanzaban los niveles más elevados de potencia mecánica media (%PM) y pico (%PP) en cada ejercicio. Como objetivos secundarios nos propusimos estudiar la evolución de los niveles de fuerza (estimados por el valor de la 1 MR) y potencia media (PM) y pico (PP) (en vatios) para compararlos respecto de los valores iniciales y los alcanzados por los demás grupos de deportistas para poder así determinar que variables pueden afectar las fluctuaciones de la potencia mecánica y los pesos en donde se alcanzan sus valores más altos en los ejercicios de fuerza (Naclerio 2006c).

Metodología

Se evaluaron 122 sujetos (36 mujeres y 86 varones) pertenecientes a 12 especialidades o actividades deportivas diferentes, que realizaron un plan de entrenamiento anual (~50 semanas), destinado a mejorar el rendimiento específico. Durante este período, se realizaron tres evaluaciones en dos de los ejercicios más utilizados como medio de entrenamiento de la fuerza durante toda la temporada (press de banca y sentadilla paralela con barra libre).

Los sujetos fueron evaluados en tres momentos específicos durante la temporada.

El test 1, que se realizó tras un periodo inicial de adaptación de 4 semanas. El test que se efectuó a las 20 semanas tras el primer test, coincidiendo con el *primer pico* de *rendimiento* y el test 3, que se realizó a las 46 semanas, tras el primer test y 26 semanas después de segundo test, habiendo cumplido 50 semanas de entrenamiento, coincidiendo con el segundo pico de rendimiento de la temporada. En cada uno de los ejercicios evaluados en los diferentes grupos, se aplicó un test con pesos crecientes para determinar el nivel de la 1 MR (kg) y se utilizó un encoder rotatorio para calcular los valores más altos de PM y PP alcanzados con cada peso movilizado a lo largo del test, que consistía en 8±2 series de 1 a 2 repeticiones alternadas con pausas de 2 a 5 minutos. La 1ª y 2ª serie eran realizadas con pesos ligeros (~ 40 al 50 % del nivel de la 1 MR estimada), la 3ª y la 4ª con pesos medios (~55% al 60% de la 1 MR estimada), la 5ª y la 6ª con pesos altos (75% al 85% de la 1 MR estimada) y la 7ª y 8ª con pesos casi máximos o máximos (~90% al 100% de la 1 MR estimada). En cada serie la repetición con la que se lograba el mayor valor de PM era seleccionada para el análisis (Naclerio 2006c, Naclerio, et al. 2006).

En la tabla 1, se resumen las características más importantes de los sujetos al inicio del estudio, clasificados de acuerdo al grupo a que pertenecían y los ejercicios en que fueron valorados en cada caso. Como puede observarse, existen tres grupos integrados por adolescentes (VB, VLCH, y METK).

Grupo	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Ejercicios
Varones, opositores para ingresar al cuerpo de bomberos de la comunidad de Madrid (n = 17) OB.	28.1±3.47	76.4±7.8	176.3±8.6	PB, SE
Varones, opositores para ingresar al cuerpo de policía Municipal o Nacional en Madrid (n = 8) OP.	25±3.4	80.6±6.5	176.3±7.1	PB, SE
Mujeres, competidores de fitness (n = 7) MF.	24.8±4.9	56.2±5.3	163.9±6.1	PB, SE
Varones, judokas de competición (n = 12) JC.	22.7±4.3	74.3±14.3	172.7±9.3	PB, SE
Varones, con entrenamiento recreativo de fuerza (n = 9) FR.	29.6±4.1	77.5±8.5	178.9±8.6	PB, SE
Varones, competidores de fitness (n = 8) VF.	24.6±2.9	74.9±9.5	175.6±6.4	PB, SE
Mujeres jugadoras de voleibol, 1ª división (n=10) MV.	17.4±0.5	61.7±3.1	172.9±5.3	SE
Varones, jugadores de béisbol juvenil (n=12) VB.	15.5±0.7	62.6±7.2	170.3±5.6	PB, SE
Varones boxeadores (n=13). VBX.	26.7±4.8	72.8±7.2	177.1±4.7	PB, SE
Varones, luchadores juveniles (n = 7) VLCH	14.4±0.5	62.9±8.5	169.3±5.3	PB, SE
Mujeres, jugadoras de béisbol 1ª división (n =9) (MBEIS)	17.2±0.8	57±6.3	159.3±4	PB, SE
Mujeres taekwondistas juveniles (n = 10) (MTEK)	15.2±0.4	54.7±9.7	160.2±6.8	PB, SE

Tabla 1. Características de los sujetos clasificados por grupo y los ejercicios realizados durante el estudio. PB, ejercicio de press de banca plano con barra libre. PH, ejercicio de press de hombros de pie con barra libre. SE, ejercicio de sentadilla paralela con barra libre. C1T, ejercicio de cargada en 1 tiempo.

Análisis de los Resultados y Discusión

El análisis de los niveles de la fuerza, y potencia (media y pico) entre los tres test realizados por cada uno de los grupos, indica que tanto los niveles de fuerza máxima absoluta y por kg de peso corporal, así como los de potencia media y pico producidos con cada peso movilizado y el máximo valor absoluto alcanzado en el test progresivo tienden a incrementar a lo largo de la temporada en los dos ejercicios evaluados y en todos los grupos estudiados y aunque en algunos casos, la diferencia entre el test 1 y el 2 o el 3, no llega a ser significativa ($p < 0.05$) (ver figuras 5, 6 para la fuerza y 6 y 7 para la potencia). Es posible, que tanto el escaso número de sujetos incluidos en los grupos ($n < 30$) así como el nivel de rendimiento relativamente elevado de algunos grupos cause esta falta de significatividad estadística (Martínez-González, et al. 2001).

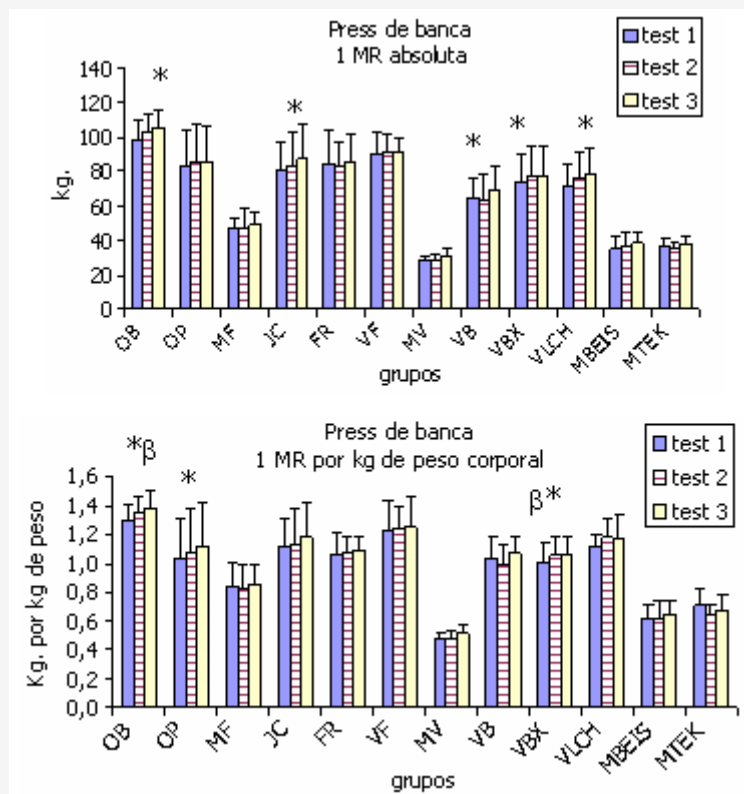


Figura 5. Comparación de los valores medios de 1 MR absoluta y por kg de peso corporal determinados en el T1, T2 y T3 en press de banca plano en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en el test 3 respecto del test 1, $\beta p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1

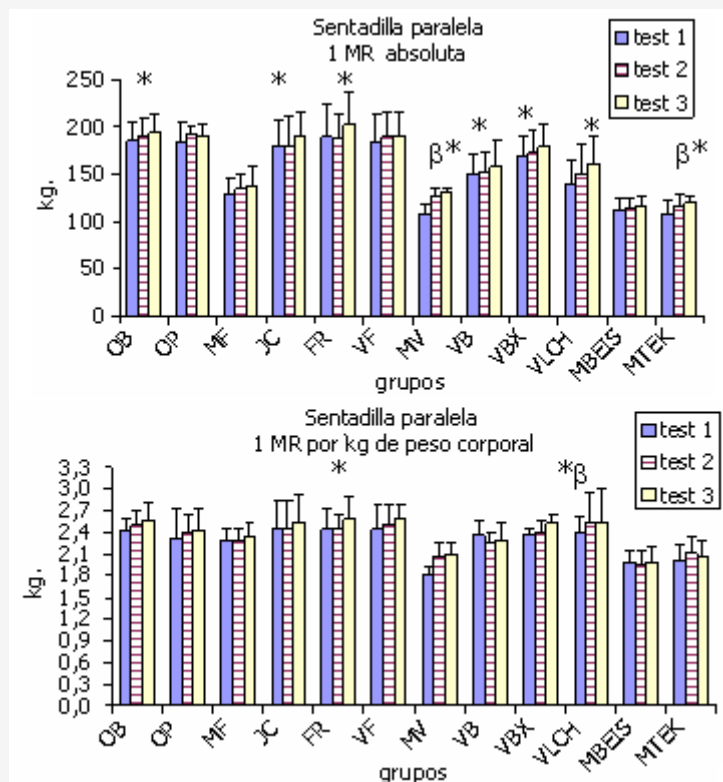


Figura 6. Comparación de los valores medios de 1 MR absoluta y por kg de peso corporal determinados en el T1, T2 y T3 en sentadilla paralela en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en el test 3 respecto del test 1, $\beta p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1

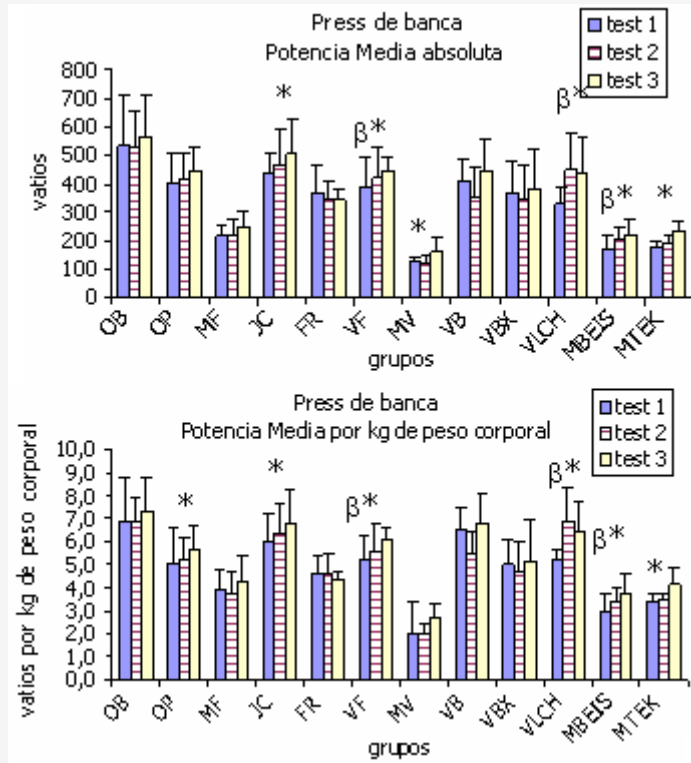


Figura 7. Comparación de los valores medios de PM absoluta y por kg de peso corporal determinados en el T1, T2 y T3 en press de banca plano en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en el test 3 respecto del test 1, $\beta p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1. El grupo MV realizó el ejercicios de press de hombros.

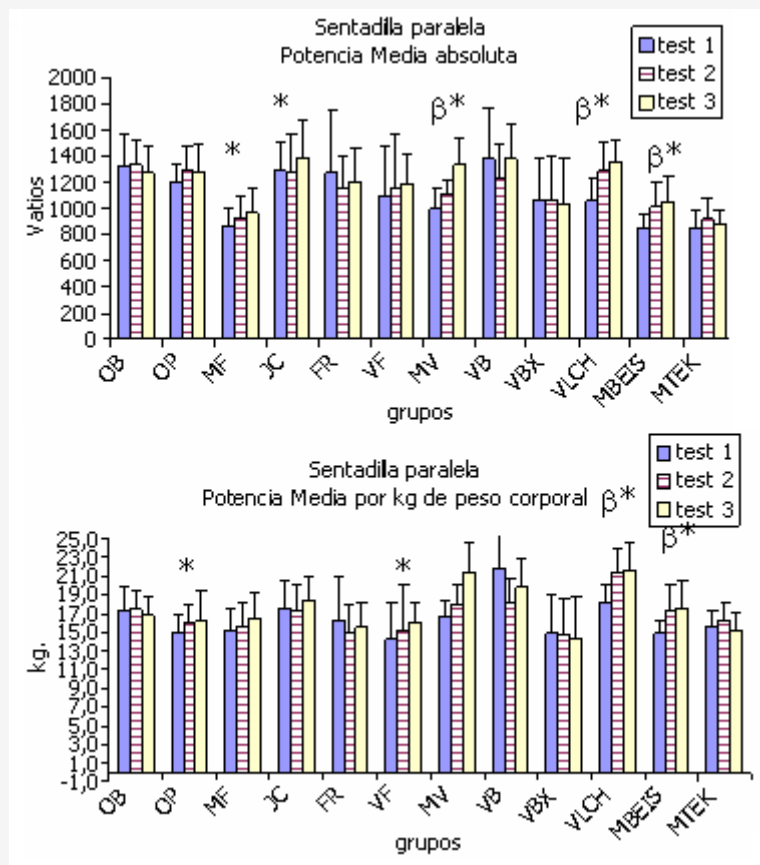


Figura 8. Comparación de los valores medios de PM absoluta y por kg de peso corporal determinados en el T1, T2 y T3 en sentadilla paralela en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en el test 3 respecto del test 1, $\beta p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1

Los valores de PP, muestran una tendencia muy similar a los de potencia media en todos los grupos.

Las Figuras 5 y 6 muestran que los grupos más fuertes son los integrados por varones mayores de 17 años (OB, OP, JC, FR, VF), mientras que los menos fuertes son los integrados por mujeres (MF, MV, MBIES, y MTEK). Con respecto a los grupos de jóvenes, los jugadores de béisbol (VB) y luchadores (VLCH), si bien muestran niveles inferiores de 1MR absoluta, tanto en press de banca como en sentadilla, respecto de los grupos de adultos, no ocurre lo mismo cuando se compara el valor de la 1 MR por kg de peso corporal. Estos resultados, son coherentes con la evolución de la fuerza con la edad y el sexo, ya que el nivel de fuerza determinado no sólo en los dos grupos de varones jóvenes sino también en el de mujeres (MTEK), se corresponde con la evolución de esta capacidad, que tiende a mejorar independientemente del nivel de entrenamiento, produciéndose un incremento muy acentuado a partir de la etapa púberal (aproximadamente 12 años en niñas y 14 años en niños) (Martin, et al. 2005a). Aunque, debe considerarse que el entrenamiento de fuerza con resistencias en jóvenes aplicado con una metodología adecuada que respete los principios de progresión y las etapas de desarrollo, causa adaptaciones positivas con importantes ganancias de fuerza muscular, que pueden alcanzar niveles similares e incluso superiores a los encontrados en algunas poblaciones de adultos, especialmente cuando se los considera por kilogramo de peso corporal y no en forma absoluta (Faigembaum, et al. 1996a). De hecho, las diferencias entre los niveles de la 1 MR, obtenidos en los grupos de varones jóvenes se reducen, desaparecen o incluso se invierten cuando se los compara con ciertos grupos de adultos como el de los boxeadores (VBX) hasta se invierten.

Con respecto a la potencia mecánica, si bien tanto la PM como la PP, muestran un comportamiento similar al de la fuerza máxima (absoluta y por kg de peso corporal), las diferencias son mucho menos pronunciadas tanto entre varones y mujeres, como entre jóvenes y adultos, incluso cuando se consideran los valores por kg de peso corporal, los jóvenes de los grupos VB y VLCH muestran niveles de PM y PP (absoluta y por kg de peso corporal), significativamente más elevadas respecto de algunos grupos de adultos (FR y VBX) ver figuras 7 (press de banca) y 8 (sentadilla) .

Estas diferencias entre la fuerza máxima y la potencia mecánica, se deberían fundamentalmente a que la potencia es una variable, que si bien esta íntimamente determinada o limitada por los niveles de fuerza máxima (1 MR) (Asci & Acicada 2007, Baker 2001c, Naclerio 2006c), existen otros aspectos como la velocidad de movimiento, la coordinación o eficiencia

neuromuscular para realizar acciones veloces, la capacidad de activación neural así como las características antropométricas (longitud de los miembros implicados) o el modo de entrenamiento específico desarrollado por cada sujeto que han mostrado tener una influencia significativa sobre este parámetro, especialmente cuando los sujetos llevan cierto tiempo entrenando con pesos (Baker, et al. 2001b, DeRenne, et al. 2001, Moritani 2002, Naclerio & García 2006).

Con respecto a los porcentajes de peso en donde se manifiestan los valores más altos de potencia media (%PM) y pico (%PP), las figuras 9 y 10 muestran que a excepción de los jugadores de fútbol (MBEIS) en donde los valores más altos de potencia media o pico se localizan en porcentajes progresivamente inferiores en el T2 y T3 respecto del T1 en el press de banca, en el resto de los grupos no se producen modificaciones significativas de los pesos en donde se localizan los valores más altos de potencia media y pico en ninguno de los dos ejercicios.

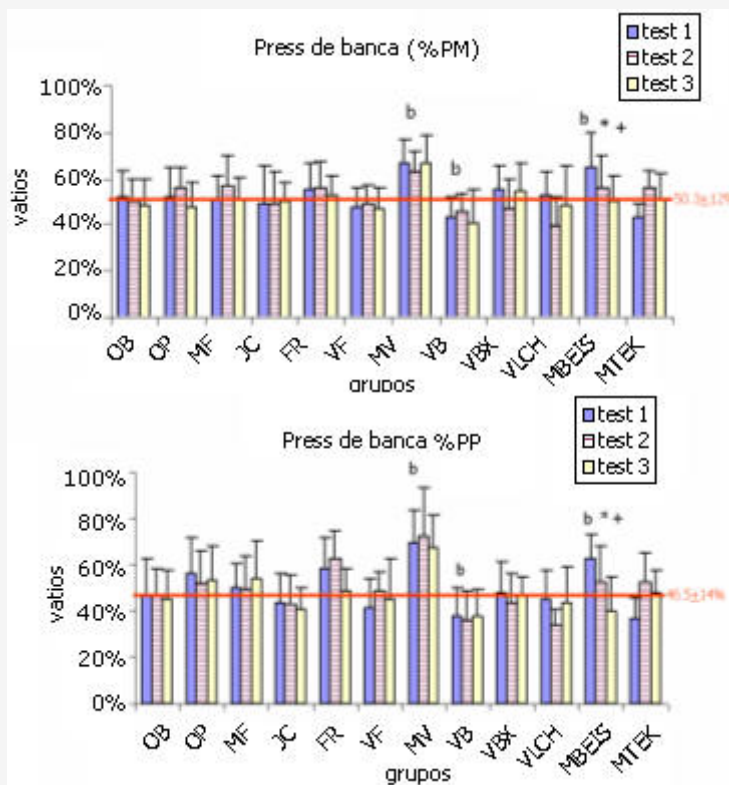


Figura 9. Comparación de los valores medios en donde se localizan los niveles más altos de potencia media y pico determinados en el T1, T2 y T3 en press de banca, en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en l test 3 respecto del test 1, + $p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1. b $p < 0.05$ respecto de la media. El grupo MV realizó el ejercicio de press de hombros.

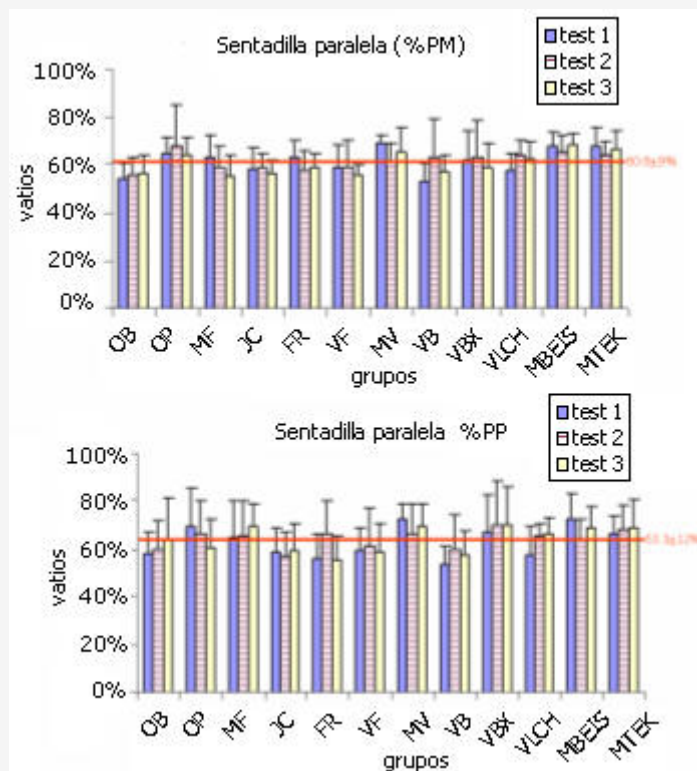


Figura 10. Comparación de los valores medios en donde se localizan los niveles más altos de potencia media y pico determinados en el T1, T2 y T3 en sentadilla paralela, en todos los grupos estudiados. * $p < 0.05$, en el test 3 respecto del test 1, + $p < 0.05$, en el test 2 respecto del test 1

Los resultados anteriores, demuestran que en la mayoría de los grupos evaluados, independientemente de su edad y especialidad deportiva, los porcentajes de peso en donde se alcanzan los valores más altos de la potencia media y pico (%PM y %PP) no cambian significativamente a lo largo de la temporada de entrenamiento. En el press de banca, estos pesos se localizan en una zona comprendida entre el 40% y el 60%, con valores medios de $50.3 \pm 12\%$ y $46.5 \pm 14\%$ para la %PM y %PP respectivamente, mientras que en la sentadilla, la zona es mucho más amplia ya que puede ir desde el 30% hasta el 70% de la 1 MR, habiéndose determinado valores medios del $60.8 \pm 9\%$ y al $63.3 \pm 12\%$ para la %PM y %PP, respectivamente.

Por otro lado, cuando se comparan la %PM y la %PP entre los diferentes grupos, sólo se observan diferencias en el press de banca para el grupo de mujeres jugadoras de voleibol (MV) que realizó otro ejercicio (el press de hombros de pie) en donde participan menos masas musculares y se producen niveles de fuerza inferiores respecto del press de banca (Barnett, et al. 1995), y las jugadoras de sóftbol (MBEIS) que muestran niveles de 1 MR muy bajos, alcanzan los valores más altos de potencia en porcentajes significativamente más altos, mientras que los jóvenes jugadores de béisbol (VB) los alcanzan en una zona significativamente inferior respecto de los demás grupos. Es posible que los bajos niveles de fuerza máxima del grupo MBEIS sea una de las causas de esta tendencia, que ha sido observada en otros trabajos en donde los sujetos más fuertes siempre tienden a localizar los valores más elevados de potencia en porcentajes de peso inferiores respecto de los menos fuertes (Baker 2001c, Cronin & Sleivert 2005, Naclerio 2006c). Respecto al grupo VB, es posible que el tipo de entrenamiento (con pesos relativamente bajos) y movimientos explosivos así como algunas características antropométricas pueda haber influenciado su tendencia a alcanzar los niveles de potencia más elevados con porcentajes de peso significativamente más bajos respecto a los valores medios de los demás grupos (Baker 2001c, Naclerio 2006c).

Para poder analizar con mayor claridad los resultados encontrados en los grupos integrados por sujetos mayores de 18 años y los de adolescentes (de 14 a 16 años), hemos resumido los datos obtenidos en los dos ejercicios evaluados clasificando a los sujetos por sexo y edad (mayores y menores de 18 años), ver tablas 2 y 3.

variables	test 1				test 2				Test 3			
	V>18	V<18	M>18	M<18	V>18	V<18	M>18	M<18	V>18	V<18	M>18	M<18
1 MR abs	83.6 (15.2)	67.9 (12.2)	41.0 (7.1)	36.9 (4.6)	85.2 (15)	70.2 (14.6)	42.2 (9.3)	35.5 (4.1)	87.4 (14.7)	73.8 (14.4)	43.8 (6.9)	38.0 (4.2)
1 MR kp	1.03 (0.18)	0.80 (0.11)	0.73 (0.13)	0.70 (0.12)	1.14 (0.17)	1.09 (0.13)	0.72 (0.15)	0.63 (0.08)	1.18 (0.18)	1.12 (0.14)	0.75 (0.12)	0.68 (0.10)
PM	423.2 (105.2)	368.3 (66.3)	194.4 (39.2)	179.9 (18.5)	424.5 (100.5)	403.9 (113)	211.7 (49.3)	194.0 (29.2)	458.2 (91.9)	442.5 (121.4)	233.2 (59.3)	233.5 (39.4)
PM kp	5.72 (1.2)	5.87 (0.17)	3.45 (0.8)	3.41 (0.3)	5.7 (1.06)	6.22 (1.2)	3.6 (0.77)	3.45 (0.36)	6.18 (1)	6.65 (1.2)	3.98 (1)	4.15 (0.7)
PP	739.0 (236.8)	632.4 (120.4)	301.4 (78)	273.5 (829.1)	765.3 (288.4)	1081.8 (983.6)	338.1 (88.2)	303.9 (67.6)	856.4 (400)	1002.2 (873)	384.3 (149.9)	311.5 (69)
PP kp	9.9 (2.9)	10.2 (2.35)	5.3 (1.5)	5.2 (0.62)	10.3 (3.8)	16.7 (15)	5.7 (1.4)	5.4 (0.78)	11.5 (5.3)	14.8 (11.4)	6.5 (2.39)	5.5 (0.79)
% PM	49.9% (0.12)	47.9% (0.10)	58.0% (12)	43.1% (6)	51.1% (10%)	42.8% (10%)	56.4% (14%)	55.7% (8%)	47.8% (10%)	44.7% (16%)	50.2% (11%)	50.4% (11%)
% PP	47.7% (0.14)	41.6% (0.12)	56.8% (10)	37.1% (9)	48.1% (12%)	35.3% (9%)	51.4% (15%)	52.6% (13%)	45.2% (13%)	40.8% (13%)	47.3% (15%)	48.4%(9 %)

Tabla 2. Valores medios y de desviación típica en los resultados obtenidos en el press de banca plano, clasificando los grupos por sexo y edad. V>18: varones mayores de 18 años (grupos OB, OP, JC, FR, VF, VBX), V<18: varones menores de 18 años (grupos VB, VLCH), M>18 años (grupos MF, MBEIS), M<18 años (grupos MTEK)

variables	test 1				test 2				test 3			
	V>18	V<18	M>18	M<18	V>18	V<18	M>18	M<18	V>18	V<18	M>18	M<18
1 MR abs	178.6 (25.4)	145.1 (23.1)	116.5 (12.7)	108.6 (13.4)	182.1 (22.3)	151.5 (26.8)	125.2 (11.3)	117.5 (811.3)	187.4 (24.1)	159.7 (27.7)	128.1 (11.6)	119.4 (7.8)
1 MR kp	2.41 (0.3)	2.39 (0.2)	2.02 (0.15)	2.0 (0.22)	2.43 (0.25)	2.4 (0.28)	2.1 (0.19)	2.12 (0.21)	2.5 (0.29)	2.42 (0.36)	2.14 (0.20)	2.07 (0.22)
PM	1260.9 (309)	1219.1 (279.1)	902.9 (130.1)	853.2 (135.1)	1239.7 (266.1)	1256.9 (242.1)	1015.3 (257.1)	918.88 (167.3)	1284.1 (243.7)	1368.9 (217.7)	1115.5 (193.3)	883.3 (100.7)
PM kp	17.0 (3.6)	20.0 (3.6)	15.6 (1.8)	15.7 (1.6)	16.5 (2.8)	19.8 (2.5)	17.0 (2.4)	16.4 (1.6)	17.1 (2.6)	20.7 (3.0)	18.5 (2.9)	15.3 (1.9)
PP	2509.3 (743.9)	1929.8 (376.1)	1757.9 (341.8)	1535.1 (449.5)	2557.7 (610.2)	2264.2 (433.2)	2110.1 (503.6)	1690.1 (402.6)	2710.6 (648.4)	2509.1 (424.5)	2155.3 (537.7)	1727.4 (301.7)
PP kp	33.50 (8.8)	31.9 (5.1)	30.4 (5.9)	27.9 (4.9)	34 (7.3)	35.8 (5.1)	35.3 (7.9)	30.1 (4.8)	35.9 (6.8)	37.8 (4.9)	35.9 (8.6)	29.7 (4.7)
% PM	59% (8%)	56% (7%)	67% (8%)	68% (8%)	60% (11%)	64% (11%)	62% (%)	64% (6%)	58% (7%)	60% (7%)	63% (8%)	67 (8%)
% PP	59% (10%)	55 % (10%)	70% (6%)	66% (8%)	62% (14%)	63% (11%)	65 (8%)	68% (10%)	59% (12%)	62% (7%)	69 (9%)	69 (12%)

Tabla 3. Valores medios y de desviación típica en los resultados obtenidos en sentadilla paralela clasificando los grupos por sexo y edad. V>18: varones mayores de 18 años (grupos OB, OP, JC, FR, VF, VBX), V<18: varones menores de 18 años (grupos VB, VLCH), M>18 años (grupos MF, MBEIS), M<18 años (grupos MTEK)

Los resultados de las tablas anteriores confirman que en los grupos de varones mayores de 18 años los niveles de fuerza máxima y potencia media y pico absolutas, son significativamente más elevados respecto al de los adolescentes mientras que a medida que progresa el ciclo de entrenamiento, las diferencias tienden a reducirse e incluso desaparecen cuando estas variables se expresan por kg de peso corporal. De todos modos, es importante destacar que en este estudio no se han aplicado índices alométricos para normalizar los valores de fuerza o potencia respecto a las variaciones de las dimensiones corporales (peso y estatura) que pueden afectar de diferente forma a los distintos sujetos según su grado de maduración y crecimiento (Jaric, et al. 2002, Nedeljkovic, et al. 2007). Jaric y col (2002) han mencionado que para reducir las influencias

del peso corporal es más adecuado desarrollar índices específicos para cada grupo de deportistas, no obstante si esto no es posible o se trabaja con diferentes grupos, en adultos puede aplicarse el índice de 0.67 dividiendo el valor absoluto de la variable estudiada por el peso corporal y elevándolo a dicho exponente, por ejemplo: nivel de la 1 MR (kg)/peso corporal (kg)^{0.67}. Por otro lado, debido a las diferencias causadas por el brote púberal, que se produciría aproximadamente hacia los 14 años en niños y entre 11 y los 12 años en niñas induciendo una aceleración del incremento de la masa corporal pero también con el aumento de la capacidad física debido a una mejora de la efectividad del sistema neuromuscular es más adecuado salvar las diferencias aplicando índices específicos para este grupo en donde se han recomendado valores más altos y cercanos próximos a 1 (Atkins 2004, Nedeljkovic, et al. 2007).

De acuerdo con esto, y considerando que al no normalizar los valores absolutos por índices alométricos específicos se suele penalizar a los sujetos más pesados, es posible que el hecho de haber normalizado los valores absolutos por el peso corporal total, se halla perjudicado a los sujetos adultos, ya que el índice alométrico recomendado para estos grupos es bastante inferior a 1 (~0.67), mientras que en los adolescentes es más alto (~1) (Jaric 2003, Nedeljkovic, et al. 2007).

Para analizar el comportamiento de la potencia mecánica con relación a los porcentajes de peso a lo largo del ciclo de entrenamiento, se determinó la relación entre los porcentajes de la 1 MR que fueron divididos en rangos de 10 unidades porcentuales con la potencia media en vatios (ver figuras 11, 12, 13 y 14).

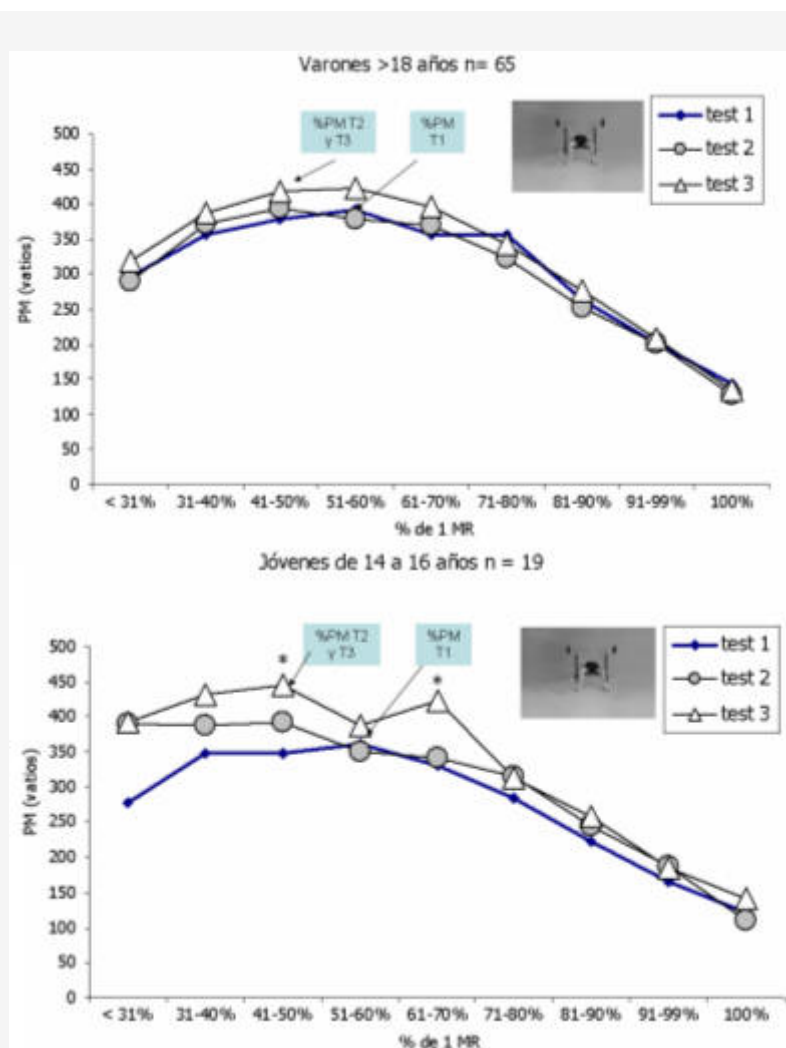


Figura 11. Relación entre la potencia media (PM) y el porcentaje de la 1 MR, determinado en los tres tests realizados en press de banca plano en varones mayores de 18 años n=65 y jóvenes de 14 a 17 años n = 19. * p < 0.05 en el tet 3 respecto del test 1.

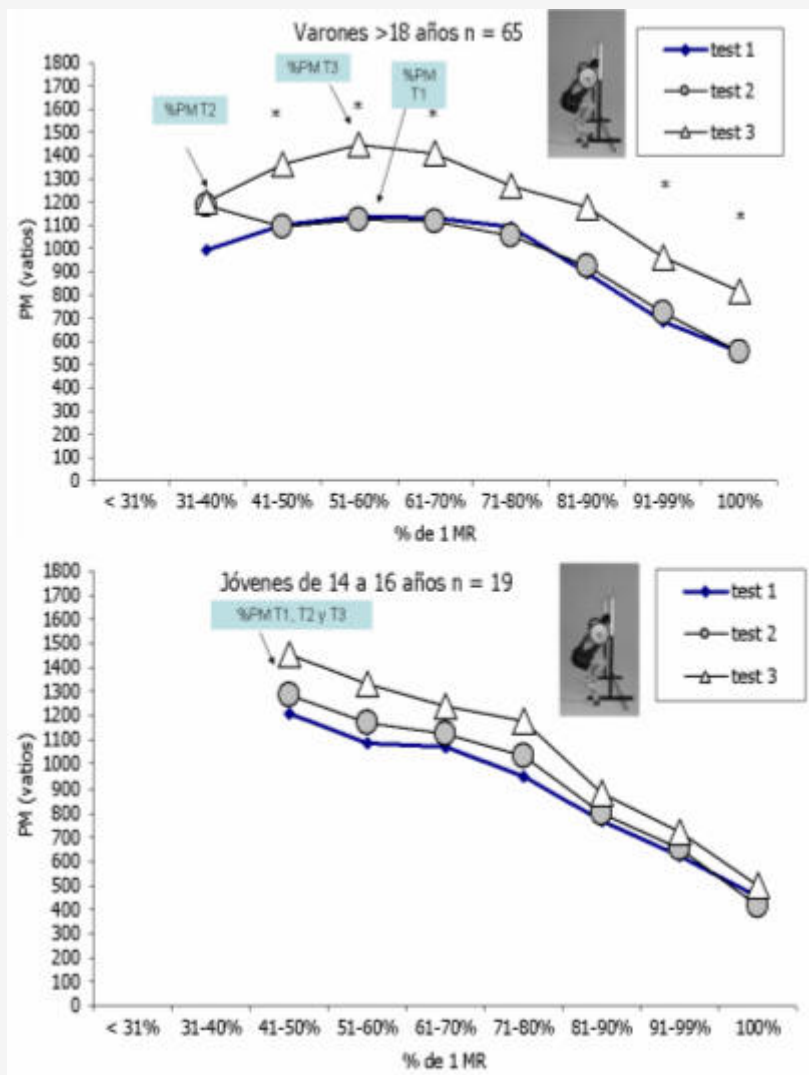


Figura 12. Relación entre la potencia media (PM) y el porcentaje de la 1 MR, determinado en los tres test realizados en sentadilla paralela en varones, deportistas mayores de 18 años y jóvenes deportistas de 14 a 17 años. * $p < 0.05$ en el test 3 respecto del test 1.

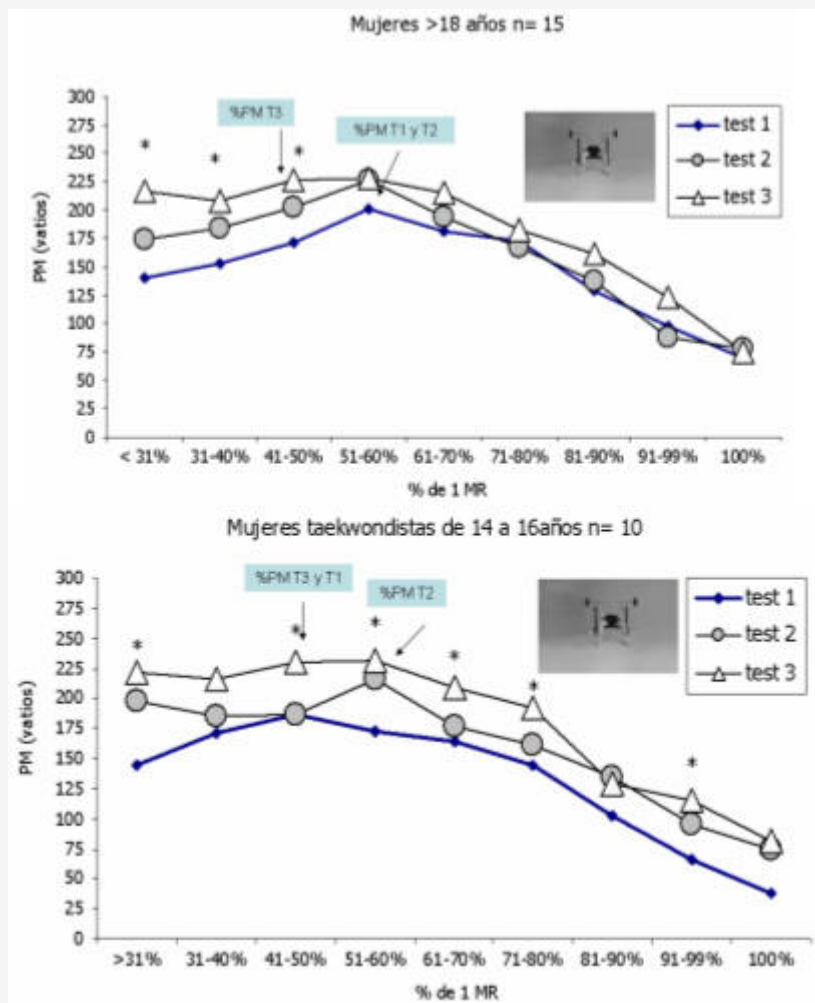


Figura 13. Relación entre la potencia media (PM) y el porcentaje de la 1 MR, determinado en los tres tests realizados en press de banca plano en mujeres, deportistas mayores de 18 años n=15 y jóvenes taekwondistas de 14 a 17 años n = 10. * $p < 0.05$ en el test 3 respecto del test 1.

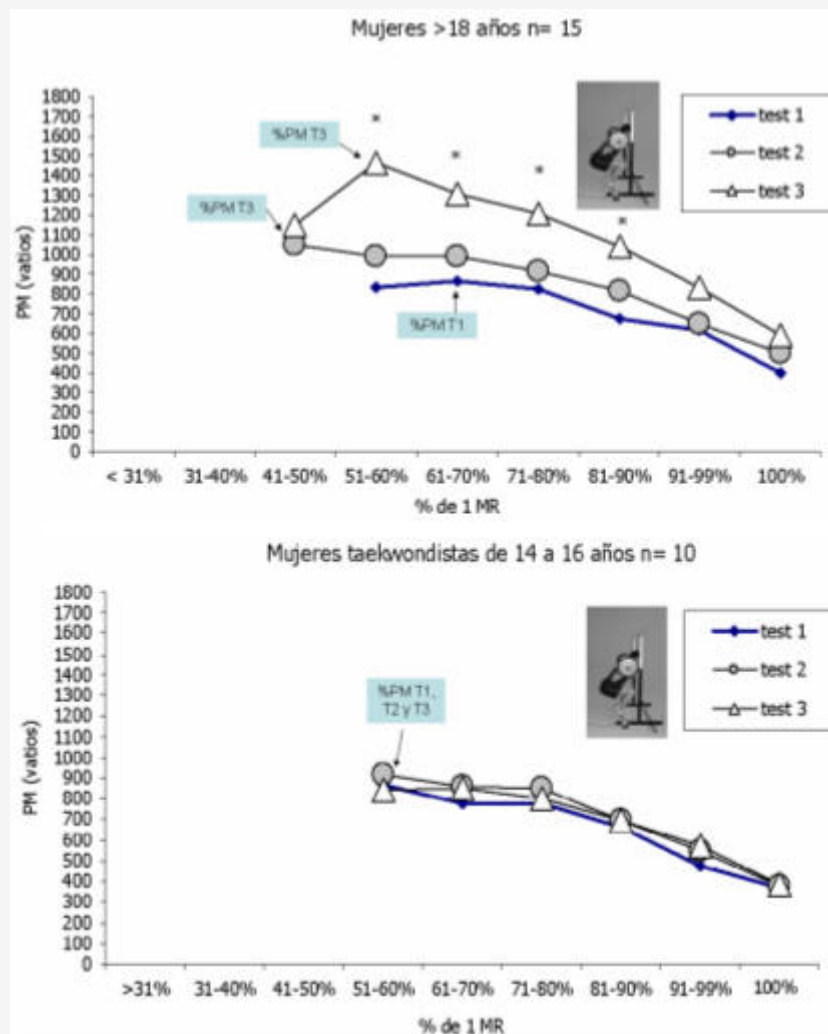


Figura 14. Relación entre la potencia media (PM) y el porcentaje de la 1 MR, determinado en los tres test realizados en sentadilla paralela en mujeres, deportistas mayores de 18 años y jóvenes taekwondistas de 14 a 17 años. * $p < 0.05$ en el test 3 respecto del test 1.

Las figuras anteriores, muestran como los valores de potencia, independientemente de que se alcancen diferencias significativas o no, siempre tienden a incrementarse a lo largo de la año, y si bien, como he mencionado anteriormente los porcentajes de peso en donde se alcanzan sus valores más altos, salvo algunas excepciones, no se modifican significativamente entre los tres test realizados, existe una tendencia a localizarlos en una zona progresivamente más baja a medida que avanza la temporada, los niveles de fuerza máxima tienden a mejorar y el entrenamiento se hace más específico (Naclerio 2006c). Por otro lado, es importante destacar que las tendencias de la localización de los valores más altos de potencia pico (%PP) son muy similares a los descriptos en las figuras a 14 para la potencia media.

La comparación de los resultados obtenidos por los grupos de varones (mayores y menores de 18 años) indica que los jóvenes tienden a mejorar la producción de potencia con pesos más bajos en mayor medida respecto de los mayores, de hecho en press de banca, los jóvenes mejoran en el test 3 respecto al tes 1, un 41%, ($+76.3 \pm 7$ w), 24.1% (55.4 ± 7 W) y 27.9% (55.6 ± 4.3 w) en los primeros tres rangos de porcentajes de pesos evaluados (<31%, del 31 al 40% y 41 al 50% de la 1 MR), mientras que los mayores, si bien producen incrementos absolutos más altos, en términos porcentuales, estos son inferiores a los manifestados por los jóvenes, 7.5%, ($+115.4 \pm 10.1$ w), 9.1% ($+83.7 \pm 6.5$) y 10.4% (97.34 ± 5.6 w) para los primeros tres rangos de pesos respectivamente.

Por su parte en la sentadilla, aunque los incrementos porcentuales son similares entre los mayores y los jóvenes, estos últimos muestran una marcada tendencia a producir las mejoras más significativas con los pesos más bajos. En este ejercicio, los jóvenes mejoran un 20.1%, 22% y 15.6%, mientras que los adultos un 21%, 24% y 26% en los primeros tres rangos de pesos evaluados. De todos modos, como puede observarse en la figura 12, los jóvenes al poseer menores niveles de 1 MR absoluta deben comenzar los tests con pesos porcentualmente más elevados ya que al introducir al peso corporal

como parte de la resistencia movilizada, su propio peso ya determinar niveles o porcentajes de sobrecarga más altos (comprendidos entre el 41 al 50% de la 1 MR) y por debajo de los cuales no es posible realizar ninguna valoración con la metodología aplicada en este estudio (Dugan, et al. 2004, Hori, et al. 2006).

Las tendencias de los jóvenes a manifestar las mejoras más significativas con los pesos inferiores, puede deberse a diversos factores de orden fisiológico, mecánico o antropométrico, aunque en este estudio se pueden destacar dos:

1. Su nivel inicial más bajo de fuerza máxima absoluta, que en el caso de los varones, en el primer test es un 22% y un 19% inferior para el press de banca y la sentadilla, mientras que en el 3º test, esta diferencia se reduce hasta el 15.5% y el 14.8% respectivamente. No obstante, cuando se analizan las diferencias considerando el nivel de fuerza por kg de peso, aunque en el test 1 estas son similares a la 1 MR absoluta en el test 3 estas se reducen a menos del 1% (ver los resultados de las tablas 2 y 3). De acuerdo a estos datos, puede inferirse que las ganancias de fuerza inducidas en los grupos de jóvenes tienen una influencia mucho más importante sobre las mejoras de la potencia mecánica ya que en las fases iniciales de la preparación deportiva la influencia de la fuerza máxima sobre la producción de potencia es mucho más significativa respecto a cuando los niveles de fuerza son más elevados, como debería ocurrir en los adultos cuyos niveles de fuerza máxima deben alcanzar un cierto nivel de modo que no limite el rendimiento específico de cada especialidad (Baker 2001b, 2001c, Naclerio 2006b).
2. El entrenamiento específico desarrollado por los jóvenes que utilizaban pesos más ligeros y daban más importancia a la velocidad y la técnica de movimiento respecto a la mayoría de los grupos de adultos en donde, a excepción del grupo de boxeadores (VBX) se privilegiaba el trabajo con pesos más elevados para mejorar la fuerza respecto de la velocidad de movimiento (Naclerio 2006c).

De todas maneras, en los grupos de mujeres, no se observa la misma tendencia observada en los varones ya que tanto las mayores como las jóvenes muestran la misma tendencia a incrementar más la potencia con los pesos más bajos. En el press de banca la potencia producida con los tres rangos iniciales se incrementa un 55%, 32% y 33% en el grupo de mayores y un 53%, 26 y 24% en las jóvenes, mientras que en la sentadilla son sólo las mujeres mayores las que muestran incrementos significativos que oscilan entre el 75% y el 48% para todos los rangos evaluados, mientras que las jóvenes apenas muestran mejoras no significativas (ver figura 14).

Con relación a los pesos en donde se alcanzaron los valores más altos de potencia media y pico, los resultados de nuestro estudio coinciden con los de González-Badillo y Ribas (2002) cuando destacan que los porcentajes de peso en donde se localiza la máxima potencia mecánica media varían significativamente entre diferentes técnicas o ejercicios. Estos autores indican que los valores más altos de potencia media se localizan sobre el $65 \pm 7.6\%$ y en press de banca al $40 \pm 5.5\%$. Por su parte, Baker (2001c) en diversos estudios realizados con jugadores de Rugby también indica que los valores más altos de potencia media en press de banca en multipower ejecutados de forma balística (lanzando la barra) se localizan en una zona comprendida entre el 40% y el 60%, mientras que en la sentadilla balística en multipower (saltos) estarían entre el 51% y el 55%. Estos resultados, son similares a los de Cormie y col (2007) que encontraron los valores más altos de potencia pico en sentadilla con barra libre ejecutada con una flexión de rodillas de 90° dentro de una zona algo más amplia, comprendida entre el 42% y el 71% de la 1 MR.

Las diferencias encontradas, tanto en la localización como en la producción de potencia media y pico, se deben fundamentalmente a las características mecánicas de los ejercicios, y en menor medida a otros factores como los niveles de 1 MR y el tipo de entrenamiento específico desarrollado por cada grupo o a ciertas variables antropométricas como el peso corporal la estatura o la longitud de los miembros inferiores o superiores que, aunque no hayan sido tratadas en este estudio, en otros trabajos realizados por otros investigadores y en nuestro laboratorio han mostrado tener una influencia significativa sobre la producción de fuerza y potencia mecánica (Cronin, et al. 2003, Cronin & Sleivert 2005, Naclerio & García 2006)

APLICACIONES PRACTICAS

Las fluctuaciones de la potencia mecánica y su localización, si bien pueden reflejar el rango de pesos en donde el sujeto es más eficiente para realizar los diferentes ejercicios ya que constituyen indicadores de la evolución del rendimiento general de fuerza, en el caso específico de los porcentajes de peso en donde se alcanzan los niveles más altos de potencia, éste no sería un indicador válido del rendimiento o su evolución, ya que depende especialmente a las características mecánicas de cada ejercicio, mientras que los niveles de fuerza y el modo específico de entrenamiento influyen en menor medida o a largo plazo pudiendo causar diferencias entre sujetos con niveles de rendimiento muy diferentes o en un mismo sujeto en diferentes etapas de su formación deportiva (Baker & Newton 2006, Naclerio 2006d).

Para controlar el rendimiento en deportistas de diferentes especialidades, los parámetros determinados en los ejercicios de fuerza con resistencias ofrecen referencias acerca del nivel de rendimiento físico de los sujetos, siendo los valores de fuerza máxima o la potencia mecánica aplicada con diferentes niveles de peso los que han mostrado tener ciertas correlaciones con el rendimiento en las acciones específicas de ciertos deportes, como correr, saltar o lanzar (Baker 1996, Cronin & Sleivert 2005). No obstante, los pesos en donde se alcanzan los valores más altos de potencia mecánica no han mostrado en ningún caso reflejar las evoluciones del rendimiento ya que no se han podido relacionar con los cambios producidos en la fuerza, la potencia o en el rendimiento específico de las diferentes actividades deportivas (Asci & Acicada 2007, Naclerio 2006a, 2006c).

Esto puede explicarse por el hecho de que en las acciones deportivas específicas la cantidad de fuerza aplicada, velocidad y potencia producida están supeditadas a las características técnicas de cada acción en donde se movilizan niveles de resistencias muy específicos para cada caso, como el propio peso corporal, una raqueta, o una pelota que posee pesos y medidas reglamentarias. De este modo, la máxima potencia mecánica alcanzada con un rango o zona de pesos determinada al realizar un ejercicio de entrenamiento que es *auxiliar*, cuya mecánica de acción es significativamente diferente al gesto específico no tiene porque inducir mejoras concretas o ser el modo más apropiado para mejorar la potencia de los gestos deportivos, aunque puede inducir beneficios en el plano del rendimiento físico general como ocurre con las ganancias de fuerza o velocidad logradas por el entrenamiento de fuerza con resistencias y ejercicios *auxiliares* en muchos deportes (Cronin & Sleivert 2005, Naclerio 2006b, Siff 2004).

De acuerdo con esto, creo que la utilidad más importante de determinar la zona de máxima eficiencia mecánica o peso óptimo es en el campo de la salud o en las etapas de formación deportiva, para poder seleccionar los pesos óptimos para entrenar o aprender técnicas de movimiento que deben realizarse con cierta velocidad, reducir el riesgo de distorsión técnica de los ejercicios y al mismo tiempo mantener un estímulo adecuado para mantener o incrementar la fuerza o en el caso de los mayores, evitar la pérdida de fibras musculares rápidas que es una de los perjuicios que se producen con el avance de la edad (Hakkinen 2002a, 2002b, Izquierdo, et al. 2001, Macaluso & De Vito 2004, Newton, et al. 2002, Surakka 2005).

CONCLUSIONES

La diferencia fundamental entre el rendimiento de fuerza y potencia entre los sujetos mayores de 18 años y los adolescentes radica fundamentalmente en los valores absolutos, ya que cuando se los normaliza por el peso corporal estas diferencias tienden a reducirse e incluso desaparecen cuando los adolescentes mejoran su rendimiento no sólo por el crecimiento y maduración propio de la edad sino también por las influencias del entrenamiento (Faigenbaum 2006, Martín, et al. 2005b).

Si bien la especialidad deportiva o el modo de entrenamiento podrían ejercer una ligera influencia en los pesos en donde se localizan los valores más altos de potencia, esta variable se relaciona principalmente con la mecánica de ejecución del ejercicio y en tal caso con los valores de fuerza máxima absoluta de los sujetos. De acuerdo con esto, como la edad y el sexo son variables íntimamente relacionadas con los niveles de fuerza máxima, de una forma indirecta, también influyen sobre la producción de potencia y su localización, especialmente cuando se las considera en términos absolutos y no relacionados con el peso corporal (Asci & Acicada 2007, Cronin & Sleivert 2005, Naclerio 2006c).

REFERENCIAS

1. American Academy Pediatrics (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatric*. (Vol. 107, pp. 1470-1472)
2. Asci, A. & Acicada, C (2007). Power production among different sports with similar maximum strength. *J. Strength Cond. Res.*, 21(1), 10-16
3. Atkins, S. J (2004). Normalizing expressions of strength in elite rugby league player. *J. Strength and Cond. Res*, 18(1), 53-58
4. Baker, D. & Newton, R. U (2005). Methods to increase the effectiveness of maximal power training for the upper body. *J Strength and Conditioning*, 27(6), 24-32
5. Baker, D (1996). Improving Vertical Jump Performance through general, special and specific strength training: A brief Review. *J. Strength Cond. Res*, 10(2), 131-136
6. Baker, D (2001). Acute and long-term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. *Strength Cond. J.*, 23(1), 47-56
7. Baker, D (2001). Comparison of upper body strength and power Between Professional and College Aged Rugby League Player. *J.*

8. Baker, D (2001). A series of studies on the training of High Intensity Muscle Power in Rugby League Football Player. *J. Strength Cond. Res.*, 15(2), 198-209
9. Baker, D. G. & Newton, R. U (2006). Adaptation in upper-body maximal strength and power output resulting from long-term resistance training in experienced strength-power athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 20(3), 541-546
10. Baker, D., Nance, S. & Moore, M (2001). The load that maximizes the averages mechanical power Output during Explosive Bench press throws in highly trained athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15(1), 20-24
11. Baker, D., Nance, S. & Moore, M (2001). The load that maximizes the averages mechanical power Output during jump squat in power trained athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15(1), 92-97
12. Barnett, C., Kippers, V. & Turner, P (1995). Effects of Variation of the bench press Exercise on the MEG Activity of five shoulder muscles. *J Strength and cond. Res.*, 9(4), 222-227
13. Baur, J (1988). Allenamento e fasi Sensibili. *Rvista de cultura Sportiva (SDS)*.(13), 50-53
14. Bompa, T. O (1995). Periodización de la fuerza, la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza. *Rosario, Argentina.: Biosystem Servicio educativo*
15. Bompa, T. O (2003). Periodización, Teoría y Metodología del Entrenamiento. *Barcelona: Hispano Europea*
16. Bosco, C (1991). Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Revista di Cultura Sportiva, (SDS)*(22), 13-22
17. Byrd, R., Pierce, K., Rielly, L. & Brady, J (2003). Young weightlifters performance across time. *Sports Biomech.*0, 2(1), 133-134
18. Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, T. & McBride, J. M (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercise. *Med and Sci. in sport and Exc.*, 39(2), 340-349
19. Cronin, J. & Sleivert, G (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.*, 35(3), 213-234
20. Cronin, J., McNair, P. J. & Marchall, R. N (2003). Lunge performance and its determination. *J of sports sciences*, 21, 49-57
21. DeRenne, C., Ho, K. W. & Murphy, J. C (2001). Effects of general, special and specific resistance training on throwing velocity in baseball: A brief review. *J. Strength and Cond. Res.*, 15(1), 148-156
22. Dugan, E. L., Doyle, T. L. A., Humphries, B., Hasson, C. J. & Newton, R. U (2004). Determining the optimal load for jump squat: A review of methods and calculations. *J. Strength and Cond. Res.*, 18(3), 668-674
23. Enoka, R. M (2002). Neuromechanics of Human Movement (3 th ed.). *Human Kinetics*
24. Faigembaum, A (2000). Age and sex related differences and their Implication for resistance exercise, chapter 9. *In Earle, R. W. (Ed.), Essentials of Strength Training and Conditioning.* (pp. 169-186). *Champaign, Illinois.: Human Kinetics*
25. Faigembaum, A (2006). Strength training in children and adolescents: Adaptation responses performce and safety aspects. *In Bojsen-Moller, J. (Ed.)* (pp. 70-73)
26. Faigembaum, A. D., Kraemer, W. J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L., Forman, E., Gaudiose, M., Micheli, L., Nitka, M. & Roberts, S (1996). Position Statement paper and literature Review. *Strength Cond. J.*, 18(6), 62-76
27. Faigembaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., R., L.-L. & Zaichkowsky, L. D (1996). The effects of strength training and detraining on Children. *J. Strength Cond. Research*, 10(2), 109-114
28. Faigenbaum, A (2006). Strength training in children and adolescents: Adaptation responses performce and safety aspects. *In Agarrad, P., Madsen, K., Magnusson, P. and Bojsen-Moller, J. (Eds.)* (pp. 70-73)
29. Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Cahill, B., Chandler, J., Dziados, J., Elfrink, L., Forman, E., Gaudiose, M., Micheli, L., Nitka, M. & Roberts, S (1996). Position Statement paper and literature Review. *Strength Cond. J.*, 18(6), 62-76
30. Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., R., L.-L. & Zaichkowsky, L. D (1996). The effects of strength training and detraining on Children. *J. Strength Cond. Research*, 10(2), 109-114
31. Faigenbaum, A., Milliken, L. A. & Cloutier, G (2004). Perceived exertion during resistance exercise by children. *Perceptual and motor skill.*, 98, 627-637
32. Falk, B. & Dotan, R (2006). Child-adult differences in the recovery from high-intensity exercise. *Exerc. Sport. Sci. Reviews.* 34(3), 107-112
33. Fukunaga, T., Funato, K. & Ikegawa, S (1992). The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *Am. Physiol. Anthropol.*, 11(3), 357-364
34. Garhammer, J (1993). A review of Power output, Studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, Performance prediction and Evaluation test. *J. Strength Cond. Res.*, 7(2), 76.89
35. Habbelinck, M (1989). Sviluppo e prestazione motoria. *Rivista di Cultura Sportiva SDS*.(16), 27-32
36. Hakkinen, K (2002). Angeing and neuromuscular adaptation to strength training. *chapter 21. In Komi, P. V. (Ed.)*
37. Hakkinen, K (2002). Training-specific characteristics of neuromuscular performance, chapter 2. *In Häkkinen, K. . (Ed.), Strength Training for Sport: (pp. 20-36): Blacwell Science*
38. Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K. & McGuigan, R. M (2006). Comparison of different methods of determining power output in weightlifting exercises. *Strength Cond. J.*, 28(2), 34-40
39. Jaric, S (2003). Role of Body Size in the Relation Between Muscle Strength and Movement Performance. *Exc. Sports Sci. Rev.*, 31(1), 8-12
40. Jaric, S., Ugarkovic, D. & Kukolj, M (2002). Evaluation methods for normalizing muscle strength in elite young athletes. *J. Sports Med. Physy. Fitness*, 42(2), 141-151
41. Kawamori, N. & Haff, G. G (2004). The optimal training load for the Development of muscular power. *J. Strength Cond. Res.*, 18(3), 675-684
42. Klimt, F (1987). Algunos aspectos fisiológicos del deporte en niños. *Anales Nestle*, 44(1), 10-21
43. Macaluso, A. & De Vito, G (2004). Muscle Strength, power and Adaptation to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol.*, 91, 450-472
44. Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowoki, C. & Rost, K (2005). Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil. *Barcelona:*

Paidotribo

45. Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K (2005). Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil. *Barcelona: Paidotribo*
46. Moritani, T (2002). Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement. *Chapter 3. In P.V., K. (Ed.), Strength and power in sport (pp. 27-49): Blackwell Science*
47. Naclerio, A. F (2001). Entrenamiento de la fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar. *Revista Digital - Buenos Aires - Año 6 - N° 29. Retrieved, 2001, from the World Wide Web: <http://www.efdeportes.com>*
48. Naclerio, A. F (2006). Aplicaciones del control de la potencia de movimiento en el entrenamiento de fuerza, capítulo 10. In Jiménez, A. c. (Ed.), *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: INDE (en press)*
49. Naclerio, A. F (2006). Evaluación y planificación del entrenamiento de fuerza en deportes de conjunto. *Apunte de catedra. Grupo sobreentrenamiento. Retrieved 3/10, 2006, http://www.sobreentrenamiento.com/CurCE/Cursos/Descarga_Material.asp?cur=DC1*
50. Naclerio, A. F (2006). Valoración de la fuerza y la potencia mecánica producida en los ejercicios con resistencias en diferentes poblaciones de deportistas a lo largo de una temporada. *Universidad de León, León*
51. Naclerio, A. F (2006). Valoración de la fuerza, potencia y velocidad en los ejercicios con resistencias gravitatorias: utilización del encoder rotatorio, capítulo 9. In Jiménez, A. c. (Ed.), *Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza: INDE (En prensa)*
52. Naclerio, A. F., Jimenez, G. A., Forte, F. D. & Benito, P. P (2006). Relación del peso máximo con la fuerza aplicada y la potencia producida en un test creciente, en el ejercicio de press de banca plano con barra libre, en levantadores. *apunts, 84(4º trimestre), 45-52*
53. Naclerio, F. J., Leyva Rodriguez, S. J. & Forte, D (2005). Determinación de los Niveles de Fuerza Máxima Aplicada, Velocidad y Potencia por Medio de un Test Creciente en Sentadilla Profunda con Barra Libre, en Levantadores Españoles. *PubliCE Standard. 29/08/2005. Pid: 508*
54. Nedeljkovic, A., Mirkov, D. M., Kikolj, M., Ugarkovic, D. & Jaric, S (2007). Effects of maturation on the relationship between physical performance and body size. *J. Strength Cond. Res., 21(1), 245-250*
55. Ozolin, N. G (1983). Sistema contemporaneo de entrenamiento deportivo. *La Habana: Científico-Técnica*
56. Platanov, V. N (1989). Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo (2º ed.). *Paidotribo*
57. Ross, W. D. & Marflel-Jones, M. J (1991). Kineanthropometry, Chapter 6. *Physiological Testing of high performance athlete (2º ed., pp. 223-308). Champaign IL: Human Kinetics*
58. Siff, M. C (2004). Supertraining (5º ed.). *Denver USA: Supertraining institute*
59. Surakka, J (2005). Power-type strength training in middle aged men and women. *J. Sports Sci. Med., 4(suppl. 9.), 1-35*
60. Tittel, K. M (1990). Età evolutiva è sviluppo della forza. *Rvista de cultura Sportiva (SDS).(10), 22-30*
61. Watts, K., Jones, T., Davis, E. & Green, G (2005). Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Medicine, 35(5), 375-392*
62. Winter, R (1986). Le fasi Sensibili Rivsita. *Rivsita di Cultura Sportiva (SDS)(6), 8-10*