

*“Entrenamiento de la aptitud muscular en niños
y adolescentes para el desarrollo de una
condición física saludable”*



Especialización en Programación y Evaluación
del Ejercicio, Universidad Nacional de La Plata,

2020

“Entrenamiento de la aptitud muscular en niños y adolescentes para el desarrollo de una condición física saludable”

GASTÓN NORBERTO RICART

Coordinador de la carrera de posgrado de Especialista
en Programación y Evaluación
del Ejercicio

ADRIÁN CASAS

Trabajo Presentado como requisito parcial para optar
al título de: Especialista en Programación y
Evaluación del Ejercicio Universidad Nacional de la
Plata Facultad de Humanidades y Ciencias de la
Educación
Especialización en Programación y Evaluación del
Ejercicio

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo está orientado hacia un abordaje integral del tópico: entrenamiento de la aptitud muscular en edades infanto juveniles. Tiene como objetivos realizar una revisión bibliográfica sobre las recomendaciones en la actividad física, su impacto en la condición física, la salud y el rendimiento deportivo en edades infanto juveniles.

Comenzaremos en adentrarnos en la definición y diferenciación de los conceptos, sedentarismo, actividad física e inactividad física en sus diferentes intensidades, junto con las estadísticas que describen dicho fenómeno a nivel mundial. Luego continuaremos enumerando y describiendo los beneficios que la actividad física tiene para la prevención del desarrollo de enfermedades crónicas no transmibles y para el mejoramiento del perfil cardio-psico-metabólico en los grupos de jóvenes con comorbilidades.

Más adelante describiremos las características de la población infanto juvenil, sus motivaciones y condicionantes que dificultan o impiden la práctica de actividad física de forma regular, tales como el género, la edad, el compromiso familiar y los avances tecnológicos, entre otros. Luego seguiremos con las recomendaciones sobre actividad física que emanan de las diferentes organizaciones médico-científicas, como por ejemplo la ACSM, desde las primeras en la década del 70' hasta la actualidad.

Mediando el desarrollo del trabajo se recopiló evidencia científica que avala el entrenamiento de la aptitud muscular en las edades en cuestión. Luego iremos exponiendo el paradigma actual sobre actividad física, sus consecuencias, alcances y limitaciones en el desarrollo atlético y de salud de los jóvenes, haciendo hincapié en la triada de

inactividad física pediátrica y su posible abordaje a través del entrenamiento neuromuscular integrador.

Más adelante describiremos las adaptaciones y beneficios que se generan con el desarrollo de la aptitud muscular en los jóvenes.

Finalizando expondremos recomendaciones generales sobre el entrenamiento de la aptitud muscular en las edades infanto-juveniles.

AGRADECIMIENTOS

Sin orden de mérito quisiera agradecer a todxs aquellxs que me han aportado algo positivo y constructivo en este sinuoso camino de la vida y de esa manera poder ir convirtiéndome, transformándome y deconstruyendome para poder estar-siendo mejor persona y profesional. En especial a mi familia: a mi amada Elena “Gitana” Guarner, a mis hermanos Solcito, Damo y Masa, a mi madre Mirta y mi padre Amadeo, a mi hijo del corazón Santiago, a mis sobrinxs Jaz, Mora, Seba, Nehuen y Camilo, a mis cuñadx: Jacqueline, Agustín, Majo y Jorgito, a lxs queridxs Ernesto, Martita, Loly y Jorge; a mis amigos, compañeros y colegas: Kevin Czwan, Marcelo Di Gregorio, Gian Buttafuoco, Adrián Casas, Juan Cruz Medina, Mauricio Varela, y a la madre tierra fuente de sabiduría de nuestro Universo.

ÍNDICE

Lista de símbolos.....	7
Glosario de términos.....	9
Índice de tablas y figuras.....	11
1 - Objetivos.....	12
2 - Introducción.....	13
3 - Sedentarismo e inactividad física.....	15
4 - Beneficios de la actividad física regular en poblaciones infanto juveniles.....	24
5 - Características del sedentarismo e inactividad física en edades infanto juveniles.....	31
6 - Recomendaciones generales de actividad física en poblaciones infanto juveniles.....	35
7 - Entrenamiento de la aptitud muscular en niños y adolescentes: evidencias científicas.....	41
8 - Realidad y propuesta al paradigama actual de actividad física en jóvenes: tríada de inactividad física pediátrica y ejercicio neuromuscular integrador.....	62
9 - Adaptaciones y efectos del entrenamiento de la fuerza.....	81
10 - Entrenamiento de la fuerza y prevención de lesiones en edades infanto juveniles.....	86
11 - Objetivos del entrenamiento de la fuerza en edades infanto juveniles.....	98
12 - Recomendaciones para la programación del entrenamiento de la aptitud muscular en poblaciones infanto juveniles.....	99
12.1. Directrices generales del entrenamiento.....	99
12.2. Frecuencia y pausas de entrenamiento.....	108
12.3. Evaluación y control.....	109
12.4. Velocidad de movimiento.....	114
12.5. Medios de entrenamiento.....	115
Conclusiones.....	118
Bibliografía.....	123

LISTA DE SÍMBOLOS

- ACSM:** American College Sports Medicine
- AF:** actividad física
- AFV:** actividad física vigorosa
- BSI:** índice de resistencia ósea
- CDC:** Centro de Control y Prevención de Enfermedades
- CMJ:** salto con contramovimiento
- COI:** Comité Olímpico Internacional
- CSA:** área de sección transversal muscular
- DE:** desvío estándar
- DMO:** densidad mineral ósea
- DXA:** densitometría axial ósea
- ECNT:** enfermedades crónicas no transmisibles
- ECV:** enfermedad cardiovascular
- EF:** Educación Física
- ES:** tamaño de efecto
- FIFA:** Federación Internacional de Fútbol Asociado
- FIT:** frecuencia – intensidad y tiempo
- FQ:** fibrosis quística
- GC:** grupo control
- GE:** grupo experimental
- GH:** hormona de crecimiento
- HDL:** colesterol de alta densidad
- HMB:** habilidades motoras básicas
- IA:** invalidez adulta
- IC:** índice de confianza
- IEMG:** amplitud de electromiografía integrada
- IGF-1:** factor de crecimiento similar a la insulina
- IMC:** índice de masa corporal
- INT:** entrenamiento muscular integrado

LCA: ligamento cruzado anterior

LDL: Colesterol de baja densidad

METs: equivalente metabólico

MVPA: actividad física de intensidad moderada a vigorosa

PBM: pico de masa ósea

PHV: pico de velocidad de crecimiento

PIT: Tríada de inactividad física pediátrica

RM: repetición máxima

RPE: esfuerzo percibido

SJ: salto sin contramovimiento

T: testosterona

GLOSARIO DE TÉRMINOS

acelerometría: técnica que utiliza un acelerómetro para medir las aceleración y/o desaceleraciones de un cuerpo y/o objeto.

actividad física ligera: actividad corporal que implica un gasto energético entre 1.6 y 2.9 MET

actividad física moderada: actividad corporal que implica un gasto energético entre 3-6 MET

actividad física vigorosa: actividad corporal que implica un gasto energético mayor a 6 MET.

actividad física: Se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exijan gasto de energía por encima del nivel basal.

aptitud muscular: El término “aptitud muscular” representa en un solo concepto a la fuerza muscular, la resistencia muscular local y la potencia muscular.

comorbilidades: coexistencia de dos o más enfermedades en un mismo individuo, generalmente relacionadas.

condición física: Habilidad para llevar a cabo tareas diarias con vigor, sin fatiga indebida y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre empleado y encarar situaciones de emergencia.

dinapenia: se refiere a una condición caracterizada por bajos niveles de aptitud muscular con compromiso funcional en ausencia de enfermedades.

ejercicio físico: subcategoría de la actividad física, siendo planeado, estructurado y repetitivo, además de tener como propósito mejorar y mantener uno o más de los componentes de la aptitud física.

enfermedades crónicas no transmisibles: son afecciones de larga duración con una progresión generalmente lenta. Entre ellas destacan: las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la obesidad, etc.

habilidades motoras: capacidades adquiridas por el aprendizaje para realizar acciones motrices por medio de las que se logra el objetivo esperado con un mínimo gasto de energía y/o de tiempo.

intermitente: esfuerzos aleatorios que alternan períodos de actividad muscular intensa menores a 1 minuto, seguidos de períodos de ejercicios suaves o de reposo.

jóvenes: término global que incluye tanto a niñas/os como adolescentes.

morbimortalidad: cantidad de personas que enferman y mueren por el desarrollo de enfermedades en una determinada población en un lapso determinado.

neuromuscular: que compromete la actividad del sistema nervioso y el sistema muscular.

sedentarismo: cualquier conducta realizada durante el tiempo de vigilia que implica un gasto de energía igual o inferior a 1,5 equivalentes metabólicos (METs) y que se desarrolla en posición sentada o reclinada.

síndrome metabólico: alteración en la que coexisten una obesidad visceral, un aumento del nivel de lípidos, un incremento en los valores de glucosa e hipertensión.

condición física: es la capacidad de realizar una tarea específica, soportar las exigencias de esa tarea en condiciones específicas de forma eficiente y segura donde las tareas se caracterizan en una serie de elementos que incurren en una atención física y psicológica concreta

entrenamiento: es un proceso planificado que pretende o bien significa un cambio complejo de capacidad de rendimiento deportivo.

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

TABLAS

- Tabla N^a 1. Principales Recomendaciones sobre actividad física en niños y adolescentes...
- Tabla N^a 2. Beneficios para la salud asociados con el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes.
- Tabla N^a 3. Ejemplos de actividades de moderada intensidad sugeridas para reemplazar las conductas sedentarias en distintos contextos.....
- Tabla N^a 4. Recomendaciones de actividad física específicas para niños y adolescentes.
- Tabla N^o 5. Efectos del entrenamiento de la fuerza en edades Infanto-juveniles.
- Tabla N^a 6. Pautas para la prescripción del entrenamiento de la fuerza en jóvenes.
- Tabla N^o 7. Propuesta de dosis de entrenamiento de la fuerza para niños y adolescentes según nivel de experiencia.
- Tabla N^a 8. Percepción subjetiva del esfuerzo para niños.

FIGURAS

- Figura N^a 1. Potenciales beneficios del entrenamiento de la fuerza en edades infanto-juveniles.
- Figura N^a 2. Parámetros de desempeño atlético infanto-juvenil
- Figura N^a 3. Potencial de rendimiento optimizado con el entrenamiento neuromuscular integrado.
- Figura N^o 4. Modelo de entrenamiento integral.
- Figura N^o 5. Modelo de entrenamiento integral.
- Figura N^a 6. Modelo conceptual del inicio en diferentes momentos de la juventud en el entrenamiento neuromuscular integrador.
- Figura N^o 7. Concentración plasmática de testosterona en jóvenes.
- Figura N^o 8. Adaptaciones neurales, musculares, tendinosas y óseas inducidas por el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes.
- Figura N^o 9. Variables a considerar en el diseño de programas de fuerza en niños para reducir lesiones.
- Figura N^a 10. Desarrollo físico juvenil, modelo para hombres.
- Figura N^a 11. Desarrollo físico juvenil, modelo para mujeres.

1. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre las recomendaciones en la actividad física, su impacto en la condición física y la salud en edades infanto juveniles.

El objetivo específico del mismo es realizar una revisión bibliográfica sobre el entrenamiento de la aptitud muscular, su impacto en la salud, el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones en edades infanto juveniles.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, evidencias científicas muestran que menores niveles de capacidad funcional incrementan la morbi-mortalidad atribuible a enfermedades crónicas no transmisibles, asociadas a la adopción de estilos de vida sedentarios en adultos (American Academy of Pediatrics, 2000; Peruela de Torres et al 1998; Janz et al, 2000; National Center for Chronic Disease Control and Prevention and Health Promotion, 1997). Las enfermedades cardiovasculares, en la mayoría de los casos, se manifiestan clínicamente en la edad adulta, pero su proceso puede originarse y manifestarse durante la infancia (Katzmarzyk et al 2004). Estudios anatómo-patológicos han demostrado que las estrías grasas se desarrollan a partir de los 6 meses de edad y pueden progresar hasta formar placas fibrosas en las arterias coronarias de niños y jóvenes (Rhigetti 2000). Es decir existen pruebas suficientes de que la aterosclerosis puede comenzar en la infancia y la adolescencia (Berenson 2001, Romero Rivera et al 2010, McGill et al 2000). En consecuencia se ha sugerido que los factores de riesgo cardiovascular desarrollados durante la niñez y la adolescencia predicen el desarrollo de enfermedades coronarias y la mortalidad en la edad adulta (Hardman et al 2009, Tremblay et al 2010).

Por lo tanto unos de los principales objetivos de la Educación Física formal y no formal, deberían ser la de crear comunidades escolares/deportivas integrales para asegurar el desarrollo de estudiantes activos y a su vez dotarlos de conocimientos suficientes para la adopción de estilos de vida saludables, tales como la práctica de actividad física con regularidad, traslados activos dentro de la comunidad y el desarrollo de hábitos adecuados de alimentación, hidratación e higiene. La promoción y adopción de estilos de vida saludables en niños y adolescentes acarrearía en la edad adulta una reducción de los problemas de salud relacionados con la inactividad física (Romero Rivera et al 2010).

Las personas comienzan a adquirir y establecer patrones de conductas relacionadas con la salud durante la infancia y la adolescencia (Kelder SH et al 1994, Dumith et al 2010, Telama, Yang et al 2005). Se ha reconocido que la adopción de estilos de vida caracterizados por un alto nivel de sedentarismo durante las primeras etapas de la vida puede repercutir significativa y negativamente sobre la salud en la edad adulta (Thorp et al 2011). La evidencia de investigaciones recogida en los últimos cincuenta años ha demostrado que las personas

que dedican regularmente un tiempo suficiente a actividades físicas presentan tasas de mortalidad más bajas que los individuos insuficientemente activos (Blair et al 1996; Patel et al 2010).

Actualmente se está dando un fenómeno, el cual no es consecuencia de ninguna enfermedad, pero que genera grandes limitaciones funcionales en el rendimiento de las habilidades motrices de niños y adolescentes así como importantes alteraciones cardiometabólicas (Chulvi-Medrano et al 2018). El mismo se lo conoce como dinapenia pediátrica (Faigenbaum et al 2017), y está caracterizado por bajos niveles de fuerza y potencia muscular. Por lo tanto, se debe alentar a niños y adolescentes a participar en actividades físico-deportivas de forma regular, sistemática, planificada y controlada (Sallis 1993), en especial aquellas que mejoren el perfil de aptitud muscular, pues se ha comprobado que el entrenamiento de fuerza tiene un papel fundamental a la hora de prevenir y controlar la dinapenia pediátrica, además incrementar integralmente el desempeño atlético de niños y adolescentes como así también contribuir al desarrollo de un perfil cardiometabólico saludable y a la reducción del índice de lesiones.

3. SEDENTARISMO E INACTIVIDAD FÍSICA

El sedentarismo se ha definido como el nivel más bajo del continuo de actividad física o la acumulación insuficiente de actividad física diaria. De este modo, el sedentarismo no ha habido sido tratado como un constructo diferente al de actividad física y los efectos del comportamiento sedentario sobre la salud habían sido generalmente inferidos de estudios relativos a los niveles de actividad física (Tremblay, et al 2011).

Se ha argumentado que la actividad física y el comportamiento sedentario son constructos diferentes, con distintos determinantes y que no deben ser considerados como las caras opuestas de la misma moneda (Pate et al 2011) pues la conducta sedentaria, definida de manera distinta a la falta de actividad física, tiene efectos independientes y diferentes en el metabolismo de los jóvenes (Santos 2014).

La principal característica del comportamiento sedentario es la mínima producción de gasto energético (Pettee Gabriel et al 2012). Sin embargo, en la literatura epidemiológica, no siempre se realiza una utilización correcta de este término que se confunde, ocasionalmente, con el de inactividad física (Pate et al 2008). De este modo, se sugirió la necesidad de desarrollar una definición de sedentarismo que se aleje de la simple ausencia de actividad física y lo considere como el conjunto de conductas individuales en las que la posición sentada o acostada es el modo dominante y en el que el gasto energético es bajo (Biddle, et al 2010). Una de las definiciones más actuales y aceptadas de sedentarismo lo describe como cualquier conducta realizada durante el tiempo de vigilia que implica un gasto de energía igual o inferior a 1,5 equivalentes metabólicos (*METs*) y que se desarrolla en posición sentada o reclinada (Sedentary Behaviour Research Network, 2012). De este modo, la conceptualización actual del comportamiento sedentario se desliga del término “inactividad” o “insuficientemente activo” (Cabanas Sánchez 2016). La actividad física ligera, que a menudo se agrupa con el comportamiento sedentario, pero de hecho es una construcción de actividad distinta, implica un gasto de energía en el nivel de 1.6-2.9 *METs*. (Pate et al 2008)

El desarrollo de la acelerometría como una medida objetiva de la actividad física ha abierto nuevas posibilidades para estudiar los efectos en la salud de todos los niveles de intensidades en la actividad física. Los investigadores ahora pueden medir todo el rango de

actividad, desde completamente sedentario hasta muy vigoroso/intenso en sujetos durante varios días. Pate (2008) registró dos personas con patrones de actividad muy diferentes. La primera, (A) se la clasificaría como sedentaria en la mayoría de los estudios de investigación porque no participó en 30 minutos o más de actividad física moderada o vigorosa. La segunda, persona (B) se la clasificaría como "activa" en la mayoría de los estudios pues participó en una hora de actividad física moderada a vigorosa, por lo tanto cumplió con las recomendaciones actuales. Sin embargo, la persona (A) no fue sedentaria durante todo el día pues participó en actividades ligeras durante aproximadamente el 75% del tiempo de monitoreo (13 horas) y fue sedentaria durante el 25% restante del tiempo monitoreado. En cambio la persona (B) que participó en una hora de actividad física pasó la mayor parte del tiempo evaluado en conductas sedentarias (70%) o actividades físicas de intensidad ligera (23%). Utilizando el nivel medio de MET para cada categoría de intensidad (1.25 METs para sedentario, 2.2 METs para actividad ligera, 4.5 METs para actividad moderada y 7.5 METs para actividades vigorosas), se estimó que el sujeto (A) que no realizó actividad física de acuerdo a las recomendaciones tuvo un gasto de 26.3 METs-hora de actividad durante el período de monitoreo. En cambio el sujeto (B) que participó en una hora de ejercicio estructurado a un nivel moderado a vigoroso, realizó un estimado de 23.6 METs- hora y gastó menos energía que el sujeto (A) (suponiendo pesos corporales iguales para las dos personas). Este ejemplo señala la importancia de considerar el rango completo de las tasas de gasto de energía observadas en el rango de actividad por debajo de la intensidad moderada y diferenciar los conceptos de sedentario y baja actividad física.

La literatura reciente insinúa que el tiempo de permanencia en conductas sedentarias puede considerarse un factor de riesgo independiente para diferentes enfermedades crónicas (Thorp et al 2011), como la tolerancia alterada a la glucosa (Grøntved et al 2011), las enfermedades cardiovasculares (Grøntved et al 2011), el síndrome metabólico (Bankoski et al 2011) y la obesidad (Banks et al 2011).

Tras un estudio longitudinal de 12 años de seguimiento con 17.013 adultos (18-90 años) Katzmarzyk et al. (2009) describieron una asociación dosis-respuesta entre el tiempo sentado y todas las causas de mortalidad, manteniéndose ésta significativa tras controlar los diversos factores de interferencia como pueden ser: actividad física, consumo de tabaco, consumo de alcohol, etc. En concreto, se calculó que en comparación con aquellos que

reportan una baja dosis de tiempo sentado, los que reconocen pasar un tiempo moderado (la mitad del día), elevado (tres cuartas partes) o muy elevado en posición sentada (casi todo el tiempo) tienen respectivamente un 11%, 36% y 54% más de probabilidades de mortalidad.

En un estudio prospectivo de 14 años llevado a cabo por Patel et al (2010) se valoró, por cuestionario, el tiempo invertido por 53.440 hombres y 69.776 mujeres adultas en conductas sedentarias y en actividad física. Al comparar el efecto combinado de la actividad física y la conducta sedentaria, los autores concluyeron que aquellos con altos niveles de actividad física y altos niveles de sedentarismo tienen una probabilidad significativamente mayor de mortalidad por todas las causas, que los adultos que acumulan un tiempo elevado en actividad física y bajo en conductas sedentarias. De manera similar, Bellocco et al (2010) examinaron los efectos de las conductas sedentarias sobre la mortalidad en una muestra poblacional de 40.729 individuos suecos de entre 7 y 94 años que fueron sometidos a un seguimiento de diez años. Los participantes registraron la cantidad media de tiempo semanal dedicada al sedentarismo especificando el tiempo invertido en nueve conductas sedentarias diferenciadas. La relación entre sedentarismo y mortalidad fue más evidente entre los hombres, de manera que, en éstos, un tiempo elevado en conductas sedentarias y un índice de masa corporal superior a 30 se asoció con un 98% (IC=31%-208%) de incremento en la probabilidad de mortalidad por todas las causas durante el periodo de seguimiento. Los autores concluyeron que ser altamente sedentario y mostrar índices elevados de obesidad aumenta la probabilidad de muerte prematura, sobre todo en hombres. En otro estudio donde se especificó la asociación entre estas variables estratificando por sexo, la relación entre el sedentarismo y la mortalidad por todas las causas se mantuvo significativa en ambos sexos (Dunstan et al 2010).

Un reciente trabajo examinó las asociaciones entre el tiempo total de sedentarismo y la mortalidad por todas las causas en una muestra de 50.817 adultos que fueron seguidos durante un periodo de dos años (Chau et al 2015). Los resultados del estudio mostraron que los adultos que reportaron periodos largos de sedentarismo diario (≥ 10 horas/día) tuvieron un 65% más de riesgo de mortalidad por cualquier causa en comparación con aquellos que acumulan un menor tiempo sedentario (< 4 horas/día).

Las enfermedades crónicas son de las principales causas de muerte y discapacidad en el mundo. Los niveles de actividad física a nivel mundial están disminuyendo considerablemente. Esto aparejado con hábitos de vida sedentarios tienen como consecuencia efectos perjudiciales para la salud, como es el aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como la obesidad, la diabetes, la hipertensión, etc. (WHO, 2010). El Informe Mundial de la Salud de 2002 indicó que la morbilidad, la discapacidad y la mortalidad atribuible a estas enfermedades representaron casi el 60% de todas las muertes y el 43% de las enfermedades desarrolladas a nivel mundial (WHO, 2002). Su contribución para el año 2020 se espera que aumente hasta el 73% de todas las muertes y el 60% de la carga mundial de morbilidad.

Los seres humanos evolucionaron para ser animales activos y pueden no ser capaces de adaptarse al estilo de vida sedentario de la vida moderna. Desde un punto de vista genético “los humanos de hoy son cazadores de la edad de piedra, desplazados a través el tiempo a un mundo que difiere de aquel para el cual nuestra constitución genética fue diseñada” (Eaton et al 1988). En el mismo sentido Campillo Alvarez (2007) afirma que “nosotros somos el resultado de millones de años de evolución biológica. Nuestros genes han evolucionado adaptando nuestro organismo a las diferentes formas de alimentación, que los cambios del ambiente impusieron a nuestros ancestros...Pero hoy las circunstancias ambientales y la alimentación someten nuestro diseño evolutivo a un uso inadecuado y el organismo responde esa presión con enfermedad”

Tabla N^o 1. Principales Recomendaciones sobre actividad física en niños y adolescentes.

Año	Organización/referencia	Edad	Base empírica	Recomendaciones/Adaptaciones
1998	<i>UK Health Education Authority</i>	<5 6 - 17	Comité de expertos	<p>Los jóvenes deben acumular 60 minutos diarios de actividad física de intensidad, al menos, moderada.</p> <p>Los jóvenes que partan de un estilo de vida sedentario pueden comenzar acumulando, al menos, 30 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada</p> <p>Deben incorporarse actividades de fuerza muscular, flexibilidad y salud ósea, al menos, dos veces por semana.</p>
2004	<i>Australian Government Department of Health and Ageing</i>	ND	Revisión sistemática	<p>Los jóvenes deben acumular 30 minutos de actividad física de intensidad moderada al día, la mayoría de los días (preferiblemente todos los días) y realizar 30 minutos diarios de ejercicios vigoroso entre 3 y 4 veces a la semana</p>
2006	<i>American Academy of Pediatrics</i>	4 - 6 6 - 9 9 - 12 Adol	Revisión sistemática	<p>Los niños de entre 4 y 6 años deben acumular AF mediante el juego libre basado en la diversión.</p> <p>Los niños de entre 6 y 9 años deben participar en juegos libres que impliquen movimientos cada vez más sofisticados que mejoren sus capacidades motoras. Por ejemplo: bailar o saltar a la comba. Pueden iniciarse en deportes organizados.</p> <p>La AF para los jóvenes entre 9 y 12 años debería enfocarse en actividades lúdicas, preferiblemente en grupo, incrementándose el foco en la integración de información.</p> <p>La AF de Los adolescentes debe contener un importante componente social que propicie el mantenimiento a largo plazo.</p>
2010	<i>WHO / World Health Organization Global recommendations on PA for health.</i>	5 - 17	Revisión sistemática	<p>Los jóvenes de entre 5 y 17 años deben acumular 60 minutos de AFMV diarios.</p> <p>La actividad física en cantidades superiores a 60 minutos diarios proveerá de beneficios adicionales para la salud.</p> <p>La mayor parte de La actividad diaria debe emplearse en actividades de tipo aeróbico.</p> <p>Deben incluirse actividades de fortalecimiento muscular y óseo, al menor, tres veces a la semana.</p>
2012	<i>Canadian Society for Exercise Physiology</i>	0 - 4 5 - 11 12 - 17	Revisión sistemática	<p>Los niños menores de un año deben ser físicamente activos varias veces a lo largo del día basándose fundamentalmente en el juego en el suelo. Los niños de entre 1 y 4 años deben acumular, al menos, 180 min diarios de AF.</p> <p>Los niños y jóvenes entre 5 y 17 años deben acumular, al menos, 60 minutos de AFM diarios, realizando AFV y ejercicios de fuerza, al menos, 3 veces por semana.</p>
<p>Abreviaturas: ND- No definido/discutido; AF- Actividad física; AFM – Actividad física moderada; AFMV - actividad física moderada-vigorosa; Adol.- Adolescentes</p>				

Adaptado de Cabanas Sanchez (2016)

Los estilos de vida contemporáneos, caracterizados por un excesivo tiempo sedentario, han sido señalados como los principales culpables del incremento en la prevalencia de las denominadas enfermedades crónicas no transmisibles, destacándose que los niños y adolescentes son especialmente vulnerables a la adquisición de hábitos sedentarios (Bauman et al 2012, Hallal et al 2012). En el estudio NHANES 2003-2004 se evaluaron las conductas sedentarias (mediante acelerometría) de una amplia muestra de jóvenes (6-19 años) (Matthews et al 2008; Whitt-Glover et al 2009). Se determinó que los chicos de 6-11, 12-15 y 16-19 años acumulan un total de 6,0, 7,4 y 7,9 horas diarias de sedentarismo, respectivamente. Las chicas de los mismos grupos de edad registraron una media de 6,1, 7,7 y 8,1 horas diarias de tiempo sedentario, respectivamente. Janz et al (2005) hallaron una media de tiempo sedentario ligeramente menor (4,1-5,3 horas/día) en una muestra de niños estadounidenses de menor edad (5-8 años).

Colley et al (2013) utilizaron la acelerometría para valorar el tiempo sedentario de una muestra representativa de jóvenes canadienses (6-19 años) estimando que los niños y niñas acumulan 7,4 y 8,5 horas diarias de sedentarismo, respectivamente. Las investigaciones llevadas a cabo en el contexto europeo han mostrado prevalencias similares. Según los datos del estudio HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence), que evaluó los hábitos de 2.200 adolescentes de 10 ciudades europeas los adolescentes (12,5-17,5 años) invierten la mayor parte del día en conductas sedentarias (Ruiz et al 2011). En este estudio se determinó que los jóvenes realizan comportamientos sedentarios durante una media de 9 horas diarias, lo que representa el 71% del tiempo registrado. Debido a los diferentes procedimientos y protocolos utilizados en cada uno de los estudios descritos, la comparación en la prevalencia de sedentarismo entre los jóvenes de diferentes regiones es compleja. Sin embargo, los datos del estudio ISCOLE (International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment), a partir del cual se recolectó información de 5.844 niños (9-11 años) de 12 países diferentes, permiten la comparación de las conductas de los jóvenes de diferentes regiones: Australia, Brasil, Canadá, China, Colombia, EEUU, Finlandia, India, Kenia, Portugal, Reino Unido y Sudáfrica (LeBlanc et al 2015). Considerando la muestra completa, se registró una media de 8,6 horas diarias de tiempo sedentario registrado a través de acelerometría.

Los niños y jóvenes son cada vez más sedentarios con una amplia disponibilidad de aparatos electrónicos como televisión, computadoras, consolas de videojuegos, tablets, celulares, etc. Cuanto más tiempo invierten los niños y jóvenes en algún tipo de ocio sedentario, menos tiempo dedican a la actividad física, por tanto más problemas de sobrepeso y sedentarismo (Vázquez et al 2008).

En un estudio nacional de la YMCLS (Youth Media Campaign Longitudinal Survey) llevado a cabo en forma aleatoria mediante encuesta telefónica, que alcanzó a 3600 hogares con niños de 9 a 13 años de edad, se encontró que el 61.1% no realizaba actividad física en forma regular y organizada en sus tiempos libres y 22.6% no realizaba ningún tipo de actividad física en su tiempo libre (Sociedad Argentina de Pediatría 2005)

En un informe del “Cirujano General” de los Estados Unidos, difundió la tendencia de la actividad física en adolescentes y adultos jóvenes, revelando que a los 12 años el 70 % de los niños participa en una actividad física vigorosa, a los 21 años esta actividad disminuye en 41% para los varones y 30% para las mujeres.

Sallis (1993) en un meta análisis que evaluó actividad física y aptitud cardiorrespiratoria en niños de 6 a 7 años, se observó que éstos fueron más activos en la práctica de actividad física de moderada y vigorosa intensidad (46 minutos / día) en comparación con niños y jóvenes entre 10 y 16 años (16–45 minutos / día). Los niños eran aproximadamente 20% más activo que las niñas, y la actividad física promedio disminuyó con la edad en un 2.7% por año en niños en comparación con el 7.4% anual en niñas. De acuerdo al Departamento de Salud de los EEUU, sólo el 52% de las niñas y el 74% de los niños en edad escolar informaron que hicieron ejercicio vigoroso en al menos 3 de los 7 días de la semana. En el caso de los adolescentes la participación fue menor siendo del 69% en jóvenes de 12 a 13 años y sólo el 38% en aquellos de 18 a 21 años de edad. (Adams et al 1995),

Ramos et al (2012) analizaron las conductas de 21.811 adolescentes españoles (11 - 18 años) a partir de los datos de la encuesta *HBSC (Health Behaviour in School-Aged children)*. Los autores realizaron un análisis de clúster para identificar los patrones de comportamiento habituales, hallando que únicamente un 20,45% de los adolescentes españoles caracterizaban su estilo de vida por altos niveles de sedentarismo y bajos de actividad física moderada o vigorosa, mientras que el 23,07% de los adolescentes

acumulaban un tiempo elevado en actividad física y reducido en sedentarismo. El mayor porcentaje de adolescentes españoles (49,49%) obtuvieron puntuaciones bajas en ambos tipos de conductas.

Riddoch et al (2007) analizaron los perfiles de actividad física de los niños y adolescentes europeos (n=5.595), informando que tan sólo el 2,5% de ellos cumplen las pautas establecidas. Según los datos más recientes recolectados por la Organización Mundial de la Salud, el 81% de los jóvenes (11-17 años) son insuficientemente activos, es decir, no acumulan un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada-vigorosa, siendo este porcentaje mayor entre las chicas (84%) que en los chicos (78%) y variando entre los diferentes países (World Health Organization, 2014)

Kann et al (2014) destaca el dato de que un 15,2% de la población americana joven no participa en actividades físicas durante 60 minutos o más ningún día de la semana. El estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes) proporcionó información auto-reportada sobre el nivel de actividad física de 2.859 adolescentes españoles con edades comprendidas entre los 12,40 y los 18,70 años (González-Gross et al 2003). Los investigadores que llevaron a cabo este proyecto clasificaron al 59,2% de los jóvenes españoles como activos encontrando diferencias significativas en los porcentajes en función del sexo de los participantes, de modo que el 71,1% de los niños y el 46,7% de las niñas fueron considerados como activos/as, respectivamente. El estudio enKid proporcionó datos destacables sobre el estilo de vida de los jóvenes españoles. En este estudio se evaluaron los hábitos de alimentación, actividad física y sedentarismo de 3.185 jóvenes españoles con edades comprendidas entre los 2 y los 24 años. A partir de los datos reportados por una sub-muestra de este estudio (6-18 años), Roman et al (2008) enunciaron que únicamente el 48% de los niños y adolescentes acumulan un mínimo diario de 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa. De la muestra completa del estudio enKid, aproximadamente el 70% de los jóvenes reconocieron no realizar actividad física regular en su tiempo libre, siendo este porcentaje mayor entre las chicas (Roman et al 2006).

A pesar de este conocimiento epidemiológico informes de 49 países con diferentes niveles de desarrollo humano indica que una gran mayoría de jóvenes en todo el mundo no acumulan al menos 60 minutos de actividad física diaria de intensidad modera-vigorosa (MVPA) (Aubert 2018)

4. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REGULAR EN POBLACIONES INFANTO JUVENILES

Los beneficios que la actividad física regular produce en los seres humanos están bien documentados, y nuevos estudios siguen constatando la importancia que la misma tiene para la salud y el bienestar (ACSM, 2005). Evidencia epidemiológicas muestran que la práctica regular de ejercicio físico en el adulto previene el desarrollo y progresión de enfermedades crónicas, como la enfermedad arterial (Paffenbarger et al 1986, Morris et al 1990), la hipertensión (Hagberg et al, 1987, Blair et al, 1984, Paffenbarger et al, 1983) la diabetes mellitus no insulino dependiente (Helmrich et al, 1991, Manson et al, 1991). Otros estudios muestran que bajos niveles de actividad física, junto a pobres niveles de condición física están asociados marcadamente con el incremento del riesgo de muerte por el desarrollo de enfermedades crónicas (Paffenbarger et al 1986, CDC, 1996). En cambio el incremento de los niveles de actividad física regular, con el correspondiente incremento en la capacidad funcional, están asociados a un descenso del riesgo de mortalidad (Paffenbarger et al 1993, Blair et al, 1996; Patel et al 2010).). La evidencia acumulada ratifica que las formas de vida activas conllevan beneficios significativos para la salud, mientras que los hábitos sedentarios se asocian con un mayor riesgo de enfermedades crónicas con una disminución de la longevidad (Warburton et al 2010; Blair 1999)

Las intervenciones recientes sugieren resultados más eficaces cuando se dirigen a modificar los perfiles de comportamiento de riesgo aumentando el nivel de actividad física mientras se reduce el tiempo sedentario (UK Department of Health, 2011). El tiempo sedentario y el tiempo activo demostraron una tendencia lineal y negativa, de manera que mayores niveles condición física y menores de tiempo sentado se relacionan con una disminución del riesgo relativo de mortalidad por todas las causas (Bouchard et al 2015).

Se han identificado relaciones dosis-respuesta que indican los beneficios de la actividad física en la reducción de riesgos de desarrollo de patologías crónicas y en la mejora de la salud general (Pitsavos et al, 2009; Rizzo et al 2006). Utilizando los datos de la encuesta 2003-2006 NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*) relativos a jóvenes de entre 4 y 19 años, Carson & Janssen (2011) informaron de que un menor volumen de actividad física moderada-vigorosa, evaluada de manera objetiva, predice un alto riesgo

cardiometabólico (basado en las medidas de la circunferencia de cintura, presión sanguínea sistólica, valores de la proteína C-reactiva y niveles de LDL) independientemente del tiempo sedentario y de otras variables como la edad, el sexo, el origen étnico y el nivel socio-económico. Otro estudio que englobó datos de jóvenes de entre 4 y 18 años de edad de varios países, ha reportado resultados similares (Ekelund et al 2012). Los autores de este trabajo hallaron que el tiempo de actividad física moderada-vigorosa, evaluada mediante acelerometría, se asoció significativamente con todos los parámetros cardiometabólicos analizados (circunferencia de cintura, presión arterial sistólica, y nivel en ayunas de triglicéridos, colesterol HDL e insulina) independientemente de las posibles variables confusoras como sexo, la edad, el tiempo de uso del monitor y el tiempo sedentario.

Existe evidencia que muestra que la actividad física resulta en varios beneficios para la salud de niños y adolescentes (Janssen et al 2010) como por ejemplo, mejora de la aptitud cardiovascular y la fuerza muscular (Lemura 2003, Sallis et al 1993, Rowland 2005, Faingenbaum 1993, Faingenbaum 1996, Sociedad Argentina de Pediatría 2018).), mejora la composición corporal en niños y adolescentes (Smith 2014, Sociedad Argentina de Pediatría 2018) mitiga los efectos del aumento de la resistencia a la insulina (Rizzo et al 2006) mejora los niveles de autopercepción y autoestima (Fedewaet al 2011). Actualmente se han destacado los beneficios que la actividad física, en particular de los ejercicios de fuerza, tiene como agente preventivo de osteoporosis en etapas posteriores de la vida (Ki min et al 2019) existiendo clara evidencia de que el ejercicio físico aumenta la densidad mineral ósea entre niños y adolescentes (Benjamin 2017. En una reciente declaración de posición, Ki Min et al (2019) establecieron que un aumento en la densidad mineral ósea (DMO) durante la infancia y la adolescencia aumentará la resistencia a las fracturas en la edad avanzada reduciendo el riesgo de fracturas debido a la pérdida de contenido mineral. Las predicciones estadísticas también indican que el pico de masa ósea (PBM) alcanzado durante la pubertad y la edad adulta temprana es un fuerte predictor del riesgo de osteoporosis en la edad avanzada. Clark et al (2006) argumentan que una reducción de una desviación estándar de la masa ósea durante la infancia aumenta el riesgo de fractura en la edad adulta en un 89%.

Raitakari et al (1994) hallaron, en el estudio *Cardiovascular Health in Young Finns*, que los jóvenes que mantenían constante un alto nivel de actividad física durante el periodo

de seguimiento de seis años mostraban un perfil de salud cardiovascular mejor que los que mantuvieron un estilo de vida constantemente inactivo. En el estudio *Danish Youth and*



Figura N° 1. Potenciales beneficios del entrenamiento de la fuerza en edades Infanto-juveniles. Adaptado de Faigenbaum et al (2019)

Sports, la disminución del nivel de actividad física durante un periodo de 8 años se asoció con un aumento de los factores de riesgo cardiovascular. Así, en el caso de los chicos, la reducción del tiempo de actividad física durante el periodo de seguimiento se asoció con un incremento significativo del porcentaje de grasa corporal. Adicionalmente, se observó que, en las chicas, el descenso en el nivel de actividad física se relacionó con un incremento en la acumulación de lípidos en sangre (Hasselstrøm et al 2002).

La actividad física regular entre niños y adolescentes con factores de riesgo de enfermedad crónica es muy importante (Tomassoni 1996, Epstein et al 1996;) ya que reduce los niveles de hipertensión, aumenta la condición física en niños obesos disminuyendo el grado de sobrepeso, mejorando el perfil lipídico, la composición corporal (Ignico et al 1995, Gutin et al 1996, Brownell et al 1982, Epstein et al 1995, Sociedad Argentina de Pediatría, 2018) y mejora la sensibilidad a la insulina en jóvenes con diabetes tipo 2 (Hansen et al 1991). Además la actividad física entre los adolescentes está constantemente relacionada a niveles más altos de autoestima, autoconcepto y a niveles más bajos de ansiedad, depresión y estrés (Calfas et al 1994, Adeniyi et al 2011, Duncan et al 2012, Schmalz et al 2007).

Los niños con enfermedades crónicas presentan fisiopatologías específicas que cada una de ellas contribuye de manera única a la tolerancia al ejercicio. Según West (2019) el ejercicio regular sería beneficioso para niños con fibrosis quística (FQ), asma, cardiopatía congénita, obesidad, diabetes tipo 2, artritis idiopática juvenil y cáncer.

La actividad física, se asocia con muchos beneficios para la salud fisiológica y psicológica a lo largo de la vida. La misma en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles puede prevenir el desarrollo de nuevas enfermedades crónicas (como el síndrome metabólico) reduciendo el riesgo de comorbilidad. A su vez puede hacer reversible una enfermedad como en el caso de la diabetes tipo 2 y / o ayudar a controlar los síntomas asociados con enfermedades crónicas como la artritis o el cáncer (Thornton 2016).

En el caso de la fibrosis quística se han documentado beneficios significativos de la actividad física habitual para niños con dicha enfermedad, mejorando la resistencia cardiovascular y la fuerza muscular (Orestein 2004, Selvadural 2002). El ejercicio aeróbico regular mejora los síntomas del asma y, por lo tanto, los niveles de control de la misma. Los estudios han demostrado que el ejercicio conduce a menos visitas al hospital, menos uso de medicamentos, menos sibilancias, menos reactividad bronquial y una mejor calidad de vida (West 2019). Entre los niños con asma descondicionados, el entrenamiento de fuerza puede ser una forma segura de iniciar un programa de ejercicio, ya que el ejercicio de fuerza de intensidad baja a moderada no aumenta significativamente la ventilación y, por lo tanto, es poco probable que induzca bronco constricción. Además, las adaptaciones fisiológicas que resultan del ejercicio de fuerza probablemente mejorarán la tolerancia de otras actividades diarias (West 2019).

Las intervenciones con ejercicios representan una estrategia clínica importante para la prevención de la obesidad y las comorbilidades en adolescentes. En particular, se ha demostrado que las intervenciones de ejercicios aeróbicos y de fuerza disminuyen significativamente la adiposidad (Benson 2008, Moller 2010, Casas 2018), mejoran el riesgo cardiometabólico (Lazzer 2005, Nemet 2005) y aumentan la masa muscular (Blaak 1992).

Desde una perspectiva clínica, los sobrevivientes de leucemia linfoblástica aguda infantil corren el riesgo de padecer una afección llamada caquexia por cáncer, que se caracteriza por un deterioro progresivo del músculo esquelético y debilidad muscular (Boland 2016). Las intervenciones de ejercicio que incluyen entrenamiento de fuerza pueden usarse para aumentar las reservas de aminoácidos y la fuerza muscular en jóvenes con cáncer, así como en niños y adolescentes aparentemente sanos (Morales 2018). Este efecto se atribuye a la relación fisiológica y dinámica entre la síntesis de proteínas y los procesos de descomposición que pueden cambiar como resultado de condiciones estresantes o fisiopatológicas que pueden conducir al catabolismo muscular (Wolfe 2006).

Fedewa et al (2011) realizaron un meta análisis de los estudios publicados entre 1974 y 2009 donde se analizaron las asociaciones entre actividad física y salud mental en niños de entre 3 y 17 años. Los autores concluyeron que la actividad física produce efectos positivos en la salud mental de los jóvenes reduciendo la depresión, la ansiedad, los trastornos psicológicos y la perturbación emocional, a la vez que produce un aumento de la autoestima y una mejora del auto concepto.

Diversos estudios transversales (Delva et al 2004) y longitudinales (Fulton et al 2009; Must et al 2007) han encontrado asociaciones significativas y negativas entre la participación regular en actividades físicas de intensidad moderada-vigorosa y el índice de masa corporal o el porcentaje de grasa de niños y adolescentes. Ness et al (2007) evaluaron el nivel de actividad física moderada-vigorosa, mediante acelerometría, y el porcentaje de grasa corporal por medio del DXA (densitometría ósea), en una muestra de adolescentes de 12 años estableciendo una asociación negativa y significativa entre ambas variables. Esta influencia positiva de la actividad física no se refleja únicamente en la composición corporal actual de los jóvenes, sino que se han demostrado efectos prolongados (Boreham et al 2001). Así, en base a los datos longitudinales del *Framingham Children's Study*, Moore et al. (2003) investigaron la relación entre el nivel de actividad física, evaluada objetivamente en varios

indicadores antropométricos. Los datos de este estudio mostraron que, entre los 4 y 11 años, los niños encuadrados en el tercio más alto de actividad física diaria mostraron menores incrementos en el índice de masa corporal y en la suma de cinco pliegues cutáneos. Además de los beneficios físicos asociados a la realización regular de actividad física, la literatura ha reconocido un papel positivo de la actividad física para el desarrollo motor y cognitivo de los niños y niñas (Bürigi et al 2011; Hillman et al 2011). En lo que respecta al desarrollo cognitivo, existe una corriente actual que advierte de la influencia positiva de la actividad física en la cognición de los niños y adolescentes (Biddle et al 2011; Fedewa et al 2011; Vaynman et al 2006)

En una revisión de los estudios que examinan la relación entre la realización de actividad física y los atributos neuroeléctricos de la cognición durante la infancia, Hillman et al. (2011) concluyeron que la evidencia apoya los efectos beneficiosos, a corto y largo plazo, de la actividad física sobre la salud cerebral y la cognición, lo que puede producir un incremento en el rendimiento académico y un mejor funcionamiento cerebral global durante la edad adulta. Uno de los mecanismo subyacentes propuestos para explicar esta asociación es que la actividad física, a través de su modulación del metabolismo energético, impacta en los sistemas moleculares relevantes en la plasticidad sináptica, el aprendizaje y la memoria (Vaynman et al 2006).

Donnelly et al (2016) a partir de una revisión sistemática concluyeron que la actividad física tiene una influencia positiva en la cognición, así como en la estructura y función del cerebro, sin embargo aclaran que se necesita más investigación para determinar los mecanismos y el efecto a largo plazo, así como las estrategias para traducir los hallazgos de laboratorio al entorno escolar. Griffiths et al (2010), basándose en los datos recogidos en el *UK Millennium Cohort Study*, informaron que los jóvenes que participan en clubs deportivos o que acuden a actividades deportivas organizadas demuestran menores síntomas de discapacidades emocionales y problemas de conducta, hiperactividad o falta de atención. Además, estos autores hallaron que la participación deportiva (al menos una vez a la semana) se asocia con una disminución de los problemas de relación entre iguales o de comportamientos antisociales.

Dicho esto se puede decir que, la actividad física y el incremento de la condición física, en niños y adolescentes, pueden disminuir la posibilidad desarrollo de enfermedades

Tabla N^a 2. Beneficios para la salud asociados con el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes

BENEFICIOS PARA LA SALUD ASOCIADOS CON EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES			
COMPONENTES		NIÑOS	ADOLESCENTES
APTITUD FÍSICA	INCREMENTO DE FUERZA Y POTENCIA	++	++
	AUMENTO DE LA RESISTENCIA MUSCULAR	++	++
	MEJORAMIENTO DE LAS HABILIDADES MOTORAS	++	++
ESTRUCTURA CORPORAL	PREVENSIÓN DE LESIONES	++	++
	INCREMENTO DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA	++	++
	MEJORA DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	++	++
RIESGO DE ENFERMEDAD CRÓNICA	MEJORA DEL PERFIL LIPÍDICO	++	++
	REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN SANGUÍNEA	+	++
	MEJORA LA SENSIBILIDAD A LA INSULINA	++	++
ASPECTOS PSICOLÓGICOS	MEJORA LA COMPETENCIA PERCIBIDA	++	++
	MEJORA DE LA AUTOEFICACIA, AUTOESTIMA Y AUTOCONCEPTO	?	++
	MEJORA EL RENDIMIENTO ACADÉMICO	+	+

++ efecto beneficioso comprobado; + efecto beneficioso potencial; ? Datos insuficientes

Drenowatz et al (2018)

crónicas no transmisibles (Berkowitz et al 1994). El desarrollo de programas de actividad física en niños y adolescentes debe ser una estrategia primordial en las políticas de acción social durante la gestión de los distintos gobiernos, brindándole a la población joven la posibilidad de ser un sujeto activo y así poder sentar las bases de una población sana que conoce y disfruta de los beneficios obtenidos con la actividad física, como también de ampliar las posibilidades de adoptar estilos de vida activos durante el transcurso de su adultez.

5. CARACTERÍSTICAS DEL SEDENTARISMO E INACTIVIDAD FÍSICA EN EDADES INFANTO JUVENILES.

Durante la niñez y la adolescencia, varios son los motivos por los cuales se tiende en estos grupos etarios a reducir su participación en actividades físico deportivas. Uno de ellos es de tipo demográfico, el cual determina que durante la adolescencia las mujeres tienden a ser menos activas que sus pares hombres (Kann 2014, González-Gross et al 2003).

Los estudios longitudinales, además, han mostrado diferencias por sexo en la progresión de la actividad física entre las diferentes etapas de desarrollo. Tras un estudio de 5 años de seguimiento a jóvenes de entre 11 y 12 años (Brodersen et al 2007) se concluyó que las chicas, además de acumular menores niveles de actividad física, muestran descensos más drásticos con la edad (46%) que los chicos (23%). Otro estudio longitudinal halló resultados similares en 202 adolescentes de entre 11 y 13 años de edad (Armstrong et al 2000).

Tammelin et al (2004) evaluaron el nivel de actividad física en 5.706 finlandeses en edades de 14 y 31 años. A los 14 años, un mayor número de chicos que de chicas realizaban (al menos un día a la semana) deporte organizado (25.2% vs. 14.6%), manteniéndose significativas las diferencias a la edad de 31 años. La reducción de la actividad física desde la infancia tardía está bien documentada en chicos y chicas (Allison et al 2007). Esta disminución se destaca durante la adolescencia, que es reconocida como un período de grandes cambios físicos, psicológicos, cognitivos y emocionales, que pueden repercutir en la participación de los adolescentes en actividades físicas (Sallis, 2000).

Pate et al (2011) llevaron a cabo una revisión de las conductas sedentarias en jóvenes, donde se investigó la variación de las conductas sedentarias en función de la edad y el sexo, respectivamente. En dicha revisión se llegó a la conclusión que el tiempo sedentario de los chicos es ligeramente menor que el de las chicas en todos los grupos de edad. Además, el sedentarismo es mayor en los grupos de mayor edad (12-15 años y más de 16 años) que en el de menor edad (6-11 años). Esliger et al (2012) llevaron a cabo una revisión con la intención de categorizar los cambios en el comportamiento sedentario e identificar los periodos críticos. A partir de la información de 20 estudios realizados entre 1997 y 2009 almacenada en la base ICAD (36.731 niños entre 3 y 18 años), los autores indicaron que los

jóvenes acumulan aproximadamente 4,5 horas al día de sedentarismo entre los 3 y los 6 años, después de lo cual se produce un incremento razonablemente constante hasta los 18 años, de manera que el mayor incremento en el tiempo sedentario se produce entre los 11 y los 13 años de edad. Curiosamente, hasta los 9 años, las curvas de incremento del tiempo sedentario son similares entre chicos y chicas; sin embargo, a partir de esa edad las diferencias de género se hacen evidentes, de manera que las chicas incrementan más rápidamente su tiempo sedentario. La magnitud de la brecha de sexo es de aproximadamente 34 minutos promedio, produciéndose la mayor discrepancia a los 13-14 años donde se observa una diferencia de aproximadamente una hora en el tiempo sedentario diario de chicos y chicas (Esliger et al 2012). En un estudio posterior, que se sustenta igualmente en los datos de la base ICAD, se ratificaron estos resultados, al mostrar una tendencia ascendente en el comportamiento sedentario en función de la edad de manera que los jóvenes de mayor edad (17- 18 años) acumulaban, de media, aproximadamente un 25% más de tiempo sedentario en comparación con el grupo de referencia (5-6 años) (Cooper et al 2015). La mayor acumulación de sedentarismo por parte de los jóvenes de mayor edad ha sido reiterada en diferentes estudios. Por ejemplo, los datos del *EYHS* revelaron que los adolescentes (14-15 años) registran un mayor tiempo sedentario (evaluado por acelerometría) que los niños (9-10 años) (Van Sluijs et al 2010).

Otro motivo que incrementa el tiempo sedentario en niños y jóvenes es la aparición de determinados avances tecnológicos como son internet, telefonía celular, etc. como así también la gran variedad de juegos electrónicos y programación de contenidos audiovisuales por cable e internet, los cuales estimulan a estos grupos a la elección de este tipo de actividades en detrimento de la actividad física (Biddle et al 2009; Biddle et al 2007a; Janz et al 2002, Vázquez et al 2008). Datos de 1988-1994 de la encuesta nacional de examen de salud y nutrición indicada que el 26% de los niños estadounidenses ve al menos 4 horas de televisión por día haciendo que estos niños tengan menos probabilidades de participar en actividades físico deportivas. También tenían mayores índices de masa corporal y pliegues cutáneos más elevados que aquellos que vieron 2 horas de televisión por día. (Andersen et al 1998). Según diversas encuestas nacionales, ver la TV es el comportamiento más prevalente entre los jóvenes, exceptuando el tiempo de sueño (Biddle et al 2009; Biddle et al 2007a; Janz et al 2002). Por ejemplo, un estudio llevado a cabo por la Fundación Kaiser en una

muestra representativa de jóvenes estadounidenses de entre 8 y 18 años reportó que ver la TV es el tipo de conducta sedentaria que ocupa un mayor tiempo en los estilos de vida de los niños y adolescentes, alcanzando una media de 3,8 horas diarias (Rideout et al 2010). De manera similar, el tiempo de TV fue destacado por Mark et al (2006) como la conducta sedentaria más elegida por los jóvenes canadienses, de modo que éstos invertían una media de 2,5 horas diarias en este comportamiento. Las estimaciones recientes sugieren que casi un tercio de los jóvenes de los países desarrollados ven la TV durante 4 o más horas diarias (Marshall et al 2006) duplicando las recomendaciones realizadas por la Academia Americana de Pediatría. En una muestra representativa de jóvenes canadienses se halló que los jóvenes obesos acumulaban un mayor tiempo de TV que los normo peso (Janssen et al 2004). Además, Gomez et al. (2007) recogieron que ver la TV/videos durante 2 o más horas al día se relaciona significativamente con tener sobrepeso según los datos de la *National Nutrition Survey* en Colombia. Esta práctica es probable que se vea desplazada por el uso de dispositivos electrónicos como tabletas y celulares. Si bien cambia el dispositivo, posiblemente no cambien, incluso aumenten, el tiempo que permanecen niños y adolescentes delante de las pantallas electrónicas.

Otras dificultades para la realización de actividad física son por causas familiares. Los gustos y hábitos de los padres reflejarán el nivel de estímulo que recibirá el niño para hacer actividad física (Sociedad Argentina de Pediatría 2005). En este análisis la variable amigos activos tienen una asociación positiva con el bienestar general. La literatura actual sugiere que los compañeros ejercen un nivel de influencia más alto que los propios padres en estas edades (Salvy et al 2008). En un análisis de la influencia de los padres, los resultados del análisis de Leatherdale (2008) mostraron también una correlación significativa entre los padres activos y la satisfacción con la salud de sus hijos. La asociación de amigos activos con el bienestar general da apoyo a la idea que la calidad de vida incluye no sólo la percepción de bienestar, salud y enfermedad, sino también las tareas de desarrollo apropiado, de participación, y las relaciones con familiares y amigos, lo que confirma los resultados de los estudios sobre las influencias ambientales y de los compañeros respecto a la actividad física y la salud (Leatherdale et al 2008).

Según la Sociedad Argentina de pediatría (2005) otros de los factores importantes para tener en cuenta pueden ser por ejemplo el socio-ambiental. La carencia o imposibilidad

de acceso a espacios verdes e instalaciones deportivas seguras en las grandes ciudades; las restricciones en la supervisión de personal idóneo, los límites en los presupuestos educativos y/o gubernamentales en el área de deportes y salud; el empobrecimiento y la inseguridad en la población, son algunos de los factores que desalientan a la participación y limitan el acceso a la actividad física dentro y fuera del horario escolar. Otro de los factores que influye son los de tipo individual, fundamentalmente aquellos que hacen a la percepción subjetiva de la actividad físico deportiva, la cual pasa a ser aburrida, extenuante y poco motivante para muchos de los adolescentes. También pueden influir patologías de base que son una dificultad para acceder a distintos programas de actividad física, incluso el escolar, los cuales no están preparados para incluir a chicos con ciertas limitaciones de salud. (SAP 2005)

6. RECOMENDACIONES GENERALES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN POBLACIONES INFANTO – JUVENILES

Durante muchos años la inactividad física se asoció débilmente como un factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares (ECV). Recién a fines de la década de 1980, se concluyó que la actividad física (AF) ejerce un efecto protector sobre la coronariopatía en adultos y que, además, existe una relación dosis-respuesta, en donde el aumento de la AF disminuye el riesgo de ECV.

La evidencia adicional reveló que la AF mejora las probabilidades de supervivencia del infarto de miocardio. Los mecanismos que respaldan el efecto protector de la actividad física sobre la disminución del riesgo de la ECV y su progresión son diversos. Por ejemplo, la actividad física contribuye a controlar factores de riesgo como la obesidad, la resistencia a la insulina y la hipertensión leve, etc (Hansen et al 1991). El ejercicio puede disminuir los niveles de lípidos aun en normolipémicos y aumentar los niveles de colesterol HDL, el cual está asociado como factor de protección contra el riesgo cardiovascular (Pinto 2018).

Los beneficios asociados a la AF se vinculan con el ejercicio actual y no con el histórico; la reducción de riesgo de enfermedades crónicas, no se mantiene en los que fueron muy deportistas en una época de su vida si posteriormente se convierten en sedentarios o poco activos.

La búsqueda, prevención y manejo de los factores de riesgo en estas etapas de la vida debería poder disminuir las elevadas cifras de incidencia de eventos cardiovasculares que sufren los adultos. Por eso una de las orientaciones está dada por mantener una población infanto juvenil activa, para lo cual distintos organismos, exponen sus recomendaciones.

Según la SAP (2005) se debe optar por una actividad que en primer lugar sea agradable, pues el objetivo es que perdure en el tiempo y que no agote o aburra al niño. Para los niños más pequeños, las actividades pueden realizarse como parte de un juego activo, en un modo continuo o intermitente, acumulándolas a lo largo del día. Debido a que los niños tienen patrones de actividad intermitente, debería enfatizarse e incentivarse la acumulación de actividades intermitentes más que continuas. Las actividades intermitentes o pulsos de actividad que incluyen tareas en la casa o cotidianas, tienen similares beneficios cardiovasculares y sobre la salud si se realizan a una intensidad moderada y con una

acumulación de por lo menos 30 minutos por día. La AF de mayor intensidad o duración debe realizarse aproximadamente tres veces por semana. El desarrollo de fuerza muscular y flexibilidad, también es importante dentro de un programa de AF, ya que le permite al individuo mejorar su condición física y músculo-esquelética, reducir el potencial de lesiones y aumentar la adherencia a la AF. Se recomienda ejercitar estas condiciones con diversas actividades, por lo menos dos veces en la semana.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, ACSM) en el año 1975 publicó una de las declaraciones más tempranas acerca de la mínima cantidad de actividad física necesaria para el mantenimiento y mejora de la salud esbozando lo que se conoce como el principio FIT (Frecuencia, Intensidad y Tiempo) de la actividad física (American College of Sports Medicine, 1975, ACSM 1978). Estas recomendaciones se centraron en el desarrollo y mantenimiento de la capacidad cardio-respiratoria y alentó a la población adulta a la realización de ejercicio vigoroso (entre el 70 y el 90% de la frecuencia cardíaca máxima) durante un mínimo de veinte minutos diarios, al menos, tres días a la semana. Las revisiones posteriores del ACSM en 1980 y 1986 (American College of Sports Medicine, 1980, American College of Sports Medicine, 1986) modificaron el volumen y la intensidad de ejercicio recomendado, proponiendo la realización de actividad física durante un periodo de 15 a 60 minutos diarios, a una intensidad del 70 al 85% de la frecuencia cardíaca máxima, entre 3 y 5 días a la semana. En 1990, el ACSM realizó una nueva modificación de sus recomendaciones, sugiriendo una intensidad de ejercicio entre el 60 y el 85% de la frecuencia cardíaca máxima pero manteniendo las indicaciones en cuanto al volumen y frecuencia de la actividad (American College of Sports Medicine, 1990).

En 1988, esta misma institución presentó las primeras recomendaciones de actividad física específicas para población infantil (American College of Sports Medicine, 1988). Sobre la base de las recomendaciones para adultos, se sugirió que los niños y adolescentes debían participar en, al menos, 20 minutos de actividad física vigorosa diarios. Posteriormente, y destacando de no considerar a los jóvenes como adultos pequeños, la Conferencia Internacional sobre Directrices de Actividad Física para Adolescentes realizó una revisión sistemática de la base empírica disponible hasta el momento para establecer unas directrices específicas de actividad física para jóvenes basadas en la evidencia científica (Sallis 1993 et al Patrick et al 2004). En estas directrices recomendaron que todos los jóvenes

deben: a) permanecer activos en base a las actividades diarias y cotidianas (trabajo, educación física, deporte, transporte activo, tareas del hogar, etc.) b) acumular un mínimo de 20 minutos de actividad física sostenida de intensidad moderada a vigorosa, al menos, tres veces por semana. Poco después, la *American Heart Association* (AHA) identificó la inactividad física como un factor de riesgo principal para la enfermedad cardiovascular (Fletcher et al 1992) y en 1995 el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) emitieron una declaración conjunta con el propósito de proporcionar a la población un mensaje concreto acerca de la frecuencia, intensidad y duración de la actividad física necesaria para lograr beneficios para la salud y la prevención de enfermedades (Pate et al 1995). De este modo, las recomendaciones estipularon, para adultos, la acumulación de, al menos, 30 minutos de actividad física de intensidad moderada la mayoría de los días (preferiblemente, todos los días) de la semana (Pate et al 1995).

Tabla N° 3. Ejemplos de actividades de moderada intensidad sugeridas para reemplazar las conductas sedentarias en distintos contextos

ACTIVIDAD SEDENTARIA	RECOMENDACIÓN
General	
Conducir un automóvil	Caminar, correr, ir en bicicleta
Estacionar el automóvil cerca de la entrada del centro comercial	Estacionar más lejos y caminar
Subir en ascensor	Subir las escaleras caminando
En el hogar	
Estar sentado en el balcón	Caminar por los alrededores de la casa
Ver la televisión	Realizar actividades de ocio activo
Utilizar el mando a distancia	Levantarse y cambiar manualmente
En el trabajo	
Enviar mensajes por teléfono	Entregar los mensajes personalmente
Estar sentado en la oficina por un tiempo prolongado	Realizar ejercicios de estiramiento o isométricos de manera intermitente. Realizar interrupciones del sedentarismo levantándose y caminando durante unos minutos

Cabana Sánchez (2016)

Tras el lanzamiento de las recomendaciones de la CDC-ACSM, el *U.S. Department of Health and Human Services* (USDHHS) emitió un informe (*Surgeon General Report, SGR*) donde se incluían las recomendaciones mínimas de actividad física regular para mejorar la salud (U. S. Department of Health and Human Services, 1996). Este informe hizo hincapié en los beneficios asociados a la actividad física de intensidad moderada y vigorosa, definiendo el volumen recomendado en términos de gasto calórico. De este modo, el SGR recomienda, en adultos, un gasto diario de 150 calorías o de 1000 calorías semanales mediante la realización de actividades físicas. Además, reconoce como beneficioso el gasto adicional de calorías en forma de actividad física vigorosa, aunque no lo estima imprescindible para producir efectos positivos en la salud. Este informe fue fundamental para proporcionar una visión general de la literatura que demuestra que la actividad física regular puede reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión o las enfermedades coronarias, así como ayudar al mantenimiento del correcto funcionamiento del sistema musculoesquelético y de la salud mental.

Posteriormente, la Autoridad de Educación para la Salud de Inglaterra (*UK Health Education Authority*) destacó la importancia de establecer un consenso, no sólo en cuanto a las sugerencias mínimas de actividad física para los adultos, sino al tipo y volumen de actividad física que deben recomendarse para la población infantil y juvenil (Biddle et al 1998). De este modo, reconociendo las diferencias individuales en los niveles de aptitud, esta institución estableció las directrices de actividad física para los niños y adolescentes considerando necesaria la acumulación de 60 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa cada día o, en el caso de los jóvenes menos activos, un mínimo de 30 minutos de actividad física moderada diaria. Además, se propuso que los niños y adolescentes deben participar, al menos dos veces por semana, en actividades destinadas a promover el desarrollo de la fuerza y la flexibilidad.

La determinación de 60 minutos semanales de actividad física como el volumen mínimo diario que deben alcanzar los jóvenes para lograr beneficios en la salud ha permanecido relativamente constante hasta la actualidad, identificando escasas excepciones como la guías canadienses publicadas en el año 2002 donde se estima apropiado para jóvenes un mínimo de 90 minutos diarios de actividad física de intensidad, al menos, moderada durante la mayoría de los días de la semana (Health Canada & the Canadian Society for

Exercise Physiology, 2002a, 2002b). Sin embargo, las conclusiones de una revisión sistemática realizada en EEUU por Strong et al (2005) destacaron que un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada-vigorosa, agradable y apropiada para el desarrollo produce efectos significativos en la salud de los jóvenes. En 2008, el gobierno federal de los EEUU, bajo el lema “*Be active, healthy and happy!*” emitió una serie de directrices para la actividad física tituladas “Guías de Actividad Física para los Americanos” (*Physical Activity Guidelines for Americans, PAGA*) (U.S. Department of Health and Human Services, 2008). Las PAGA fueron desarrollados por un comité de expertos en el campo de la actividad física que basó su informe en la evidencia disponible sobre actividad física y salud (U. S. Department of Health and Human Services, 2009). Estas guías incluyeron un apartado específico al fomento de la actividad física en niños y adolescentes ratificando la recomendación que este grupo de población debe participar en un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física. En estas directrices se establece que la mayor parte de la actividad física debe ser acumulada mediante actividades aeróbicas de intensidad moderada-vigorosa

Tabla Nª 4. Recomendaciones de actividad física específicas para niños y adolescentes.

Principales recomendaciones para niños y adolescentes
<ul style="list-style-type: none">• Los niños y adolescentes deben realizar 60 minutos (1 hora) o más de actividad física diaria.<ul style="list-style-type: none">○ Aeróbica: La mayoría de los 60 o más minutos de actividad física diaria debe ser actividad aeróbica de intensidad moderada o vigorosa y debe incluirse actividad física de intensidad vigorosa, al menos, tres días a la semana.○ Desarrollo de la fuerza muscular: Como parte de los 60 o más minutos de actividad física diaria, los niños y adolescentes deben incluir actividades dirigidas al desarrollo de la fuerza al menos tres días a la semana.○ Fortalecimiento de los huesos: Como parte de los 60 o más minutos de actividad física diaria, los niños y adolescentes deben incluir actividades dirigidas al fortalecimiento de los huesos al menos tres días a la semana.• Es importante alentar a la gente joven a participar en actividades físicas apropiadas para su edad, agradables y variadas.

Cabana Sánchez (2016)

incluyendo al menos, en tres días a la semana y con la misma frecuencia actividades de fuerza y flexibilidad

La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO) en el año 2010 emitió una serie de recomendaciones sobre la cantidad de actividad física necesaria para alcanzar la salud óptima. En el caso de los jóvenes (5-17 años), las recomendaciones se establecieron, de manera similar a guías previas, en un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa, considerando que la participación durante periodos más prolongados puede suponer beneficios adicionales para la salud. En este caso, la WHO establece que la actividad física para este grupo de edad debe ser, en su mayor parte aeróbica, aunque convendría incorporar actividades vigorosas para fortalecer los músculos y los huesos, un mínimo de tres días semanales. Además, concretó que la actividad física de los jóvenes debería basarse en juegos, deportes, desplazamientos, tareas, actividades recreativas, educación física o ejercicios programados, que se produzcan en el contexto familiar, escolar o comunitario (World Health Organization, 2010). La Asociación Británica del Deporte y de las Ciencias del Ejercicio ha revalidado la recomendación respecto al de actividad física para niños y adolescentes de 60 minutos (O'Donovan et al 2010).

Recomendaciones propuestas por Janssen et al (2010) establecen un volumen promedio diario de 60 minutos de actividad física moderada o vigorosa permitiendo cierta variabilidad entre los días mientras se logre el promedio mínimo recomendado (es decir, se acepta que algunos días no se alcance el mínimo de 60 minutos de actividad física compensando con un mayor nivel en otros días). En cambio, otras pautas no contemplan esta compensación y delimitan la acumulación a un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física (Australian Government Department of Health and Ageing, 2009; EU Working Group "Sport & Health," 2008; U. S. Department of Health and Human Services, 2008; World Health Organization, 2010). Además, mientras que algunas directrices se basan únicamente en el volumen de actividad física recomendado, otras incluyen información sobre cómo los jóvenes deben avanzar hacia el objetivo propuesto si parten de un estado de sedentarismo (por ejemplo, incrementando un 10% semanal) (Trost, 2005) o qué tipos de actividades se deben incluir en las rutinas diarias (por ejemplo, ejercicios de fuerza y flexibilidad) (EU Working Group "Sport & Health", 2008; World Health Organization, 2010).

7. ENTRENAMIENTO DE LA APTITUD MUSCULAR EN NIÑOS Y ADOLESCENTES: EVIDENCIAS CIENTÍFICAS

Aunque tradicionalmente niños y adolescentes han sido alentados en participar en actividades de tipo aeróbicas como andar en bicicleta, caminar, correr, o hacer determinados deportes, no han tenido la misma orientación hacia actividades donde intervenga preponderantemente los mecanismos neuromusculares como es el caso del entrenamiento de la fuerza.

Distintas investigaciones abocadas a los efectos del entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes se vienen desarrollando desde hace unas décadas, y existe una aceptación calificada sobre esto desde el campo médico y desde las organizaciones de la salud. La American Academy of Pediatrics (2001), el American College of Sports Medicine (2000), la American Orthopaedic Society of Sports Medicine (1988), la National Strength and Conditioning Association (2009), UK Strength and Conditioning Association (2014) y la Sociedad Argentina de Pediatría (2018), son algunos de los organismos que avalan la participación de niños y jóvenes en programas de acondicionamiento de fuerza, los cuales deben estar perfectamente supervisados por personal competente.

Cuando hablamos de niñez y adolescencia nos referimos a los niños en edad cronológica desde los 8 hasta los 17-18 años. De acuerdo a Lloyd et al (2014) la niñez se define como el período de desarrollo de la vida desde la infancia hasta la adolescencia y en la cual no se han desarrollado las características sexuales secundarias. El término adolescencia se refiere al período de la vida entre la niñez y la edad adulta. Si bien es difícil definirlo cronológicamente debido a los diferentes ritmos de maduración, las mujeres de 12-18 años y los varones de 14-18 años se consideran habitualmente adolescentes (Malina 2004). Este período de edad acontece con un desarrollo acelerado en términos cuantitativos en la composición corporal, el tamaño del cuerpo al que se denomina crecimiento y cualitativos al que se llama maduración y se la reconoce como la distribución en el tiempo altamente variable de los ritmos de cambios progresivos en el cuerpo humano que va desde la niñez a la edad adulta (Beunen et al 2004). Se puede hablar de un desarrollo biológico, como también de un desarrollo cognitivo y otro social (Serrano Sánchez 2002). Los tres tipos de desarrollo tienden a solaparse en el tiempo y exige valorar a los niños desde un enfoque integral. En

este rango de edad acontecen sube etapas biológicas importantes del desarrollo humano identificadas como pre pubertad, pubertad y post pubertad. Estas divisiones son de carácter biológico y se estructuran en torno a la curva de velocidad de crecimiento y a la maduración de la función reproductora. Ambos fenómenos pueden suceder, por ese orden, con una diferencia de seis meses a un año en condiciones normales (Haywood 1993). El crecimiento suele preceder por lo general a la maduración con diferencias de seis meses a un año, aunque pueden darse diferencias más amplias en el tiempo, debido a influencias ambientales y a las condiciones familiares. También podemos dividir este rango de edad según etapas de desarrollo cognitivo y social denominadas niñez avanzada y adolescencia

Uno de los grandes problemas en el inicio de actividades físico deportivas es el desajuste existente entre tiempo real (edad) y el tempo psico-biológico (ritmo de crecimiento y maduración). Es normal encontrar diferencias intraindividuales de dos años de edad en que se alcanza el pico de crecimiento y en ocasiones cinco años y medio (Astrand 1996). Esto genera muchas diferencias, con lo cual hay que estar muy atentos a la hora de armar grupos deportivos o de trabajo, pues los niños pueden estar situados en etapas psico-biológicas distintas.

En la población adulta los ejercicios de fuerza son el medio más común para el desarrollo de la capacidad de fuerza. Tales ejercicios han sido (y siguen siéndolo) desaconsejados para niños prepuberales aduciendo que en estas edades los niveles de hormonas sexuales son bajos, por ello el entrenamiento produciría pocos o ningún desarrollo de la fuerza. También se desaconsejaba el entrenamiento de fuerza argumentando una sensibilidad de los niños de sufrir lesiones en la placa epifisiaria, con riesgos de detener prematuramente el crecimiento.

Muchos de los que se opusieron al entrenamiento contra resistencia antes de la pubertad se basaban en las recomendaciones de la Academia Nacional de Pediatría (American Academy of Pediatrics 1983) que sugería que los máximos beneficios de la fuerza eran obtenidos por atletas post púberes y que los mínimos beneficios eran obtenidos por atletas pre púberes debido a las bajas concentraciones de hormonas anabólicas en este último grupo. También se suele citar el estudio realizado por Vrijens (1978) en el cual dicho autor estudió el entrenamiento de la fuerza de dos grupos de niños, uno en edad pre puberal (edad promedio 10.5 n= 16) y otro de post púberes (edad promedio 16.8, n=12). Los dos grupos

fueron entrenados durante 8 semanas, 3 sesiones a la semana mediante un entrenamiento en circuito de 8 estaciones, 1 serie 8-12 repeticiones al 75% de una repetición máxima (RM), Las controles de fuerza se realizaron mediante mediciones isométricas. En el grupo de chicos pre púberes sólo se presentaron modificaciones significativas de la fuerza en los músculos del abdomen y la espalda. En el resto de los grupos musculares testeados apenas se produjeron modificaciones. En el grupo de post púberes se encontraron mejoras significativas en todos los grupos musculares. El autor concluyó que su estudio planteaba diferencias en la respuesta al entrenamiento con la edad y el desarrollo de la fuerza puede ser más efectivo luego de la maduración sexual. Este estudio fue muy criticado a nivel metodológico pues la orientación del entrenamiento fue dada hacia las contracciones de tipo concéntricas y la evaluación se hizo a partir de contracción de tipo isométricas, con un volumen bajo de repeticiones e intensidad moderada (Ratel 2011).

Otro autor que no encontró evidencia significativa en el desarrollo de la fuerza a partir del trabajo contra resistencia en pre púberes fueron Docherty et al (1987) quienes estudiaron los efectos de la velocidad variable sobre el desarrollo de la fuerza en niños 30 pre púberes de edad promedio 12.6 +/- 0.75 años. El estudio se dividió en tres grupos, que entrenaron 3 veces a la semana durante 4 semanas y realizaron entrenamiento isocinético en circuito. El grupo A que entrenó utilizando cargas bajas y alta velocidad (aproximadamente 180°/s), el grupo B utilizó cargas altas y baja velocidad (aproximadamente 30°/s) y el grupo C que no entrenó y sirvió de control. En dicho estudio no hubo mejoras significativas en las variables evaluadas. Estos trabajos son muy criticados por presentar errores de tipo protocolar que impiden abordar el tema que se proponían con la adecuada objetividad, además de dificultades metodológicas como la corta duración del estudio, el pequeño volumen de entrenamiento y la baja intensidad de los mismos (García Manso et al 1996, Ratel 2011).

Contrariamente a lo expuesto anteriormente, numerosos autores y Organizaciones avalan el entrenamiento de fuerza en la etapa pre puberal, puberal y post puberal. (American College Sport Medicine, 2005, American Orthopedic Society for Sport Medicine, 1988, Academia Americana de Pediatría 2001, Sociedad Argentina de Pediatría 2018)

Sewall et al (1986) estudiaron durante 9 semanas a un grupo de niños y niñas pre púberes que formaron parte de un programa de entrenamiento contra resistencia. Fueron divididos 18 sujetos en dos grupos (16 en estadio de Tanner I y 2 en estadio de Tanner II), grupo experimental (n=10) y en un grupo control (n=8). El entrenamiento consistió de 3 series de 10 repeticiones a una intensidad del 50%, 80% y 100% de 10 RM, 3 veces a la semana en los ejercicios de prensa de piernas, press de banca y remo bajo en máquina. El grupo experimental tuvo un incremento en la fuerza isométrica máxima promedio de 42.9% en comparación con el grupo control (incremento del 9.5% $p < 0.05$)

Pfeiffer et al (1986) asignaron a 30 niños pre púberes, 30 púberes y 20 post púberes, entre 8 y 21 años de edad al azar en dos grupos: experimental y control. El programa duró 9 semanas y los grupos entrenaron 3 sesiones a la semana en 9 ejercicios isotónicos enfatizando la flexión y extensión de codo y rodilla. Se utilizaron cuatro ejercicios principales en los cuales se realizaron tres series de cada uno en cada sesión siguiendo la siguiente progresión: primera serie 10 repeticiones al 50% de 10 RM, segunda serie de 10 repeticiones al 75% de 10 RM y tercera serie 10 repeticiones al 100% de 10 RM. Los ejercicios especiales fueron extensiones de rodilla, flexiones de rodilla, press de banca y curl de bíceps. Además de esto los sujetos realizaron 5 ejercicios secundarios con los cuales realizaron una serie de cada ejercicio por sesión. Los ejercicios secundarios fueron: remo, extensiones de hombro, prensa de piernas, abdominales con rodillas flexionadas, mariposa en banco. No se dieron precisiones del tiempo de recuperación entre series y ejercicios. El grupo experimental mostró un incremento significativo en la fuerza de las extremidades superiores. Este patrón no se repitió en las extremidades inferiores en donde solo la fuerza en extensores de rodilla mostró un incremento significativo respecto del grupo control. Aunque el grupo experimental mostró mayores ganancias de fuerza, solo la flexión de codo a 30°/s y la extensión de rodilla a 120°/s mostraron incrementos estadísticamente significativos.

Weltman et al (1986) con el fin de examinar la efectividad y seguridad del entrenamiento de fuerza de resistencia hidráulica en 26 hombres prepúberes (edad media = 8.2 +/- 1.3 años). Completaron un estudio de entrenamiento de fuerza de 14 semanas. Los sujetos fueron evaluados antes y después del período experimental de 14 semanas para el estadio puberal (índice de madurez sexual de Tanner, testosterona sérica y sulfato de dihidroepiandrosterona en suero). La efectividad del programa de entrenamiento de fuerza se

determinó midiendo las diferencias previas y posteriores en: fuerza isocinética para flexión y extensión en las articulaciones de rodilla y codo a dos velocidades (30 grados y 90 grados X s-1), flexibilidad, salto de longitud, salto vertical, parámetros de composición corporal, consumo máximo de oxígeno y creatinina fosfoquinasa. Los sujetos de entrenamiento de fuerza (n = 16) participaron en un programa supervisado de 45 minutos/sesión, 3 sesiones / semana, 14 semanas con una tasa de asistencia del 91.5%. Los participantes realizaron un trabajo concéntrico utilizando equipos de resistencia hidráulica. Los sujetos de control (n = 10) no entrenaron con fuerza, pero sí participaron en actividades deportivas y actividades de la vida diaria. Los resultados indicaron que los sujetos de entrenamiento de fuerza aumentaron la fuerza isocinética como resultado del entrenamiento (18.5 a 36.6%). Estos cambios fueron significativamente mayores que los cambios observados en el grupo de control (p menor que 0.05). Los sujetos de entrenamiento de fuerza también demostraron mejoras significativas (en comparación con los sujetos de control) en salto vertical (+ 10.4%), flexibilidad (+ 8.4%) y consumo máximo oxígeno de después del período experimental. La gammagrafía musculo esquelética no reveló evidencia de daño a epífisis, huesos o músculos como resultado del entrenamiento de fuerza. Solo se informó una lesión relacionada con el entrenamiento de fuerza (dolor en el hombro izquierdo, 3 sesiones de entrenamiento de fuerza perdidas). En contraste, seis sujetos de entrenamiento de fuerza sufrieron lesiones durante las actividades de la vida diaria, lo que resultó en 47 sesiones de entrenamiento de fuerza perdidas. Se concluyó que, a corto plazo, el entrenamiento supervisado de fuerza concéntrica utilizando equipos de resistencia hidráulica es seguro y efectivo en niños pre púberes.

Ramsay et al (1990) realizaron un programa experimental de 20 semanas de duración, con niños de 9 – 11 años (n=13 grupo experimental) (n=11 grupo control) en el cual se registró el status de madurez en base al vello púbico y concentración sérica de testosterona. En esta investigación se evaluó la fuerza en una repetición máxima en prensa de piernas y en press de banca. El régimen de entrenamiento del grupo experimental fue a razón de tres sesiones/semana e intensidad progresiva. Se utilizó un entrenamiento en circuito durante el cual se realizaron cinco series para los ejercicios principales (curl de bíceps y doble extensión de piernas) y tres series para los ejercicios secundarios (prensa de piernas, press de banca, tirones de polea tras nuca y abdominales). Todas las series excepto la primera fueron realizadas al fallo. El entrenamiento estuvo dividido en dos fases: en la fase 1 la carga

máxima fue del 70-75 % (10-12 RM) de 1 RM. Mientras que en la fase 2 la carga se incrementó al 80-85% de 1 RM (5-7 RM). Los sujetos experimentales no realizaron actividades relacionadas con el entrenamiento de la fuerza fuera del entrenamiento diagramado para el estudio. Ninguno de los sujetos del grupo control realizó actividades relacionadas con el entrenamiento de la fuerza durante el período de estudio, sin embargo a ambos grupos se les permitió continuar sus actividades diarias, incluso la práctica de diversos deportes. En este estudio se alcanzaron incrementos significativos en la fuerza en el grupo experimental de 21% y 35% en press de banca y prensa de piernas respectivamente, en el post test de 1 RM.

Westcott en 1991 realizó un estudio con adolescentes mujeres y varones de 14 años de edad promedio. El mismo se llevó adelante con un grupo de entrenamiento (n=14) y un grupo control (n=5). El grupo experimental entrenó 3 días por semana durante 8 semanas en los siguientes ejercicios: extensiones y flexiones de rodilla, prensa de piernas, prensa inclinada, tirones de polea, prensa declinada, remo sentado y extensiones de tríceps. Los participantes realizaron una serie de 8 a 12 repeticiones en cada ejercicio. Realizando cada movimiento a baja velocidad y utilizando todo el rango de movimiento. Los resultados mostraron que el grupo experimental incrementó la fuerza del tren inferior en un 63% mientras que la fuerza del tren superior se incrementó en un 33%. Por comparación el grupo control mostró un incremento en la fuerza del tren inferior del 8% y un incremento de la fuerza de tren superior del 4%. El siguiente año, Westcott (1992) realizó otro estudio en el mismo sentido que el anterior. El estudio involucró a 10 niños y niñas preadolescentes durante 8 semanas utilizando los siguientes ejercicios: extensiones y flexiones de rodillas, press de banca, curl de bíceps y press de hombros. Se realizó una serie por ejercicio de 8-12 repeticiones. Los resultados mostraron que los sujetos mejoraron la fuerza del tren superior en un 66%. En el año 1993 (Westcott 1993) realizó un estudio que incluyó 57 varones y mujeres preadolescentes, con una edad promedio de 11 años. Todos los participantes entrenaron 3 veces por semana durante 8 semanas en los siguientes ejercicios, realizando cada movimiento a baja velocidad y utilizando todo el rango de movimiento. Los resultados de este estudio mostraron que los sujetos incrementaron la fuerza de la musculatura del pecho-tríceps en un 55%.

Faingenbaum et al (1993) en un estudio de 8 semanas con niños de 10.8 años de edad media (grupo experimental n=15, 10 sujetos Tanner I, 5 sujetos Tanner II; grupo control n=10, 9 sujetos Tanner I y 1 sujeto Tanner II). El grupo experimental entrenó a razón de 2 sesiones por semana en días no consecutivos. Cada segmento de entrenamiento consistió de 3 series en 5 ejercicios (extensiones rodilla, flexiones rodilla, press banca, press hombros, curl de bíceps) con 1 minuto de pausa entre series. La primera serie se entrenó al 50% de 10 RM (10 repeticiones), la segunda fue del 75% de 10 RM (10 repeticiones) y en la última entrenaron al 100% de 10 RM (10-15 repeticiones). Los niños también progresaron de una serie de 10 repeticiones a 3 series de 15 repeticiones en ejercicios secundarios. La fuerza se evaluó utilizando el protocolo de 10 repeticiones máximas (10 RM). El programa de entrenamiento resultó en mejoras significativas en la fuerza en 10 RM. Se alcanzaron mejoras netas del 61% en el post test de 10 RM: en los ejercicios de extensiones de rodilla (64.5%) flexiones de rodilla (77.6%) Press de Banca (64.1%) Press de Hombros (87.0%) y Curl de Biceps (78.1) mientras que las ganancias de fuerza en el grupo control promediaron el 13% (rango 12.2 a 14.4%) para los cinco ejercicios evaluados

Ozmun et al (1994) realizaron un programa experimental de 8 semanas de entrenamiento de resistencia muscular en niños y niñas de 10.3 años de edad media, clasificados según edad biológica (n=8 grupo experimental; n=8 grupo control), a razón de 3 sesiones/semana, se realizaron 3 series a una intensidad de 7 a 11 RM en curl de bíceps sentado con mancuernas (sólo brazo derecho). Las mediciones previas y posteriores al entrenamiento incluyeron la fuerza isotónica e isocinética de los flexores del codo, la antropometría del brazo y el IEMG del bíceps braquial. Las mejoras alcanzadas fueron del 23% en la fuerza isotónica y del 28% en la fuerza isocinética sin cambios correspondientes en la circunferencia del brazo o los pliegues cutáneos. La amplitud IEMG aumentó 16.8% (P <0.05). El grupo de control no demostró ningún cambio significativo en los parámetros medidos.

Faingenbaum et al (1996) llevaron a cabo un estudio para evaluar los efectos del entrenamiento y desentrenamiento de la fuerza en niños. Veinticuatro niños de entre 7 y 12 años fueron reclutados y divididos en dos grupos: grupo experimental (n=15, 11 varones y 4 mujeres) y el grupo control (n=9, 3 varones y 6 mujeres), El programa experimental de 8 semanas de intensidad progresiva, a razón de 2 sesiones/semana. Se realizaron 2 series (en

las primeras 4 semanas) y 3 series (en las segundas cuatro semanas, sólo en los ejercicios primarios, manteniendo 2 series en los ejercicios secundarios) de 6 RM con 1 minutos de pausa en los ejercicios de press de banca y extensiones de rodilla (ejercicios primarios), flexión de rodillas, press de hombros y curl de bíceps (ejercicios secundarios). Los niños no podían realizar ningún otro tipo de entrenamiento de fuerza, sin embargo se les permitió continuar con las clases de educación física y deporte. Luego de las 8 semanas de entrenamiento le siguieron 8 semanas de desentrenamiento en donde sólo podían continuar con las clases de educación física y deporte. Los análisis mostraron que hubo efectos significativos del entrenamiento para la fuerza en 6 RM del grupo experimental en los ejercicios primarios (46% en extensión de piernas y del 34% en press de banca), mientras que los controles aumentaron 6.4% y 9.5% respectivamente. Luego de 8 semanas de desentrenamiento el grupo experimental sufrió una pérdida en extensión de piernas (-28.1%) y press de pecho (-19.3), no habiendo cambios significativos en el grupo control.

Falk et al (1996) realizaron un meta-análisis sobre la efectividad del entrenamiento de la fuerza en niños. Un procedimiento de meta-análisis combina los resultados de los estudios empíricos individuales y estima un efecto estandarizado, llamado efecto de tamaño o dimensión. Este efecto de tamaño está basado en los valores alcanzados por los grupos experimental y control antes y después del entrenamiento, dividido por el desvío estándar de las varianzas de los dos grupos. En una búsqueda en la literatura se encontraron 28 estudios que describían un programa de entrenamiento de la fuerza para niños y niñas de menos de 12 o 13 años, respectivamente. Presumiblemente, estos niños eran pre-púberes o habían entrado recientemente en la pubertad. Sin embargo solo 9 de estos estudios proveían los datos necesarios para calcular el efecto del tamaño para ser incluidos. La inclusión de los estudios en el análisis consistía en los siguientes criterios: 1. El diseño del estudio debía incluir un programa de entrenamiento de la fuerza, 2. La edad máxima de los participantes era de 12 y 13 años para los niños y las niñas respectivamente, 3. Los datos debían permitir el cálculo del ES (número de participantes en cada grupo, medias y desvíos estándar pre y post entrenamiento tanto para los grupos experimental como control). Los estudios incluidos en este análisis examinaron participantes de edades variadas y no demostraron una influencia clara de la edad. La mayoría de los estudios examinó solo a niños o a grupos mezclados de niños y niñas. Por esto, la influencia del sexo en la efectividad del entrenamiento de la fuerza

en niños pre-púberes no pudo ser determinada. No obstante, en los estudios en los que los niños y las niñas fueron examinados por separado, no fue encontrada ninguna diferencia en el efecto del entrenamiento de la fuerza entre sexos. Una frecuencia de entrenamiento de 2 veces por semana parece ser suficiente para inducir ganancias en la fuerza de los niños. Sin embargo, la duración e intensidad mínima no están claras. El análisis reveló un ES promedio de 0,57 (DE=0,12), que significa que el promedio de participantes en el grupo experimental está un 71,6 % arriba de los participantes del grupo control. La mayoría de los estudios demostraron un incremento de la fuerza de entre un 13 y un 30 %, como resultado del entrenamiento. Estos resultados coincidieron con revisiones previas (Blimkie 1989 – Blimkie 1992) sobre entrenamiento de fuerza en niños y sugirieron que el entrenamiento de la fuerza puede ser beneficioso en los pre-púberes.

Faingenbaum et al (1999) compararon los efectos de un entrenamiento de alta intensidad y bajas repeticiones con uno de baja intensidad y altas repeticiones sobre el desarrollo de la fuerza y la resistencia en niños. El estudio consistió en asignar aleatoriamente 33 niños de entre 5.2 y 11.8 años de edad en: grupo de entrenamiento de alta intensidad y bajas repeticiones (n= 5 niñas y 11 niños), grupo de entrenamiento de baja intensidad y altas repeticiones (n= 4 niñas y 12 niños) y grupo control (n = 3 niñas y 9 niños). Los grupos experimentales realizaron los entrenamientos en días no consecutivos durante 8 semanas. El programa de entrenamiento consistió de 11 ejercicios realizados en equipamientos especiales para niños en los cuales se entrenaron simultáneamente las extremidades derecha e izquierda. De los 11 ejercicios, 2 utilizaron el peso corporal del niño como carga (abdominales y extensiones lumbares) y el resto (extensiones de rodilla, prensa de piernas, flexiones de rodilla, aducciones de cadera, pullover, press de banca en posición vertical, remo sentado, flexiones abdominales y tirones de polea al frente) se llevó a cargo con carga dinámica contante. Se registró la fuerza máxima (1RM) en los ejercicios de press de pecho vertical y extensión de rodillas a las 4 y 8 semanas. También se evaluó la resistencia muscular local en estos ejercicios para lo cual los sujetos intentaron realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles con la carga de 1RM pre entrenamiento. En los ejercicios con carga dinámica los sujetos del grupo que entrenó con bajas repeticiones realizaron 1 serie de 6 a 8 repeticiones mientras los sujetos del grupo que entrenó con altas repeticiones realizaron 1 serie de 13-15 repeticiones. La última repetición de cada serie representó la fatiga muscular

momentánea. Para mantener la sobrecarga, cuando los sujetos de ambos grupos experimentales lograban realizar las repeticiones establecidas, la carga se incrementaba en un 5% y 10% y las repeticiones se reducían hacia el extremo inferior del rango establecido para cada grupo. En los ejercicios que utilizaron el peso corporal como carga, los sujetos de ambos grupos realizaron 1 serie de 15 repeticiones. En este estudio no se dieron precisiones de la pausa. El orden de los ejercicios cambió en cada sesión y no se le permitió a los sujetos realizar cualquier otra forma de entrenamiento de fuerza fuera del programa para el estudio. Los sujetos del grupo control no participaron en ninguna forma de entrenamiento de fuerza. Los análisis estadísticos revelaron que para los ejercicios de press de banca y extensiones de rodilla la intensidad promedio a lo largo del período de entrenamiento fue de 78.9 % y 80.6% de 1 RM inicial respectivamente en el grupo que entrenó con bajas repeticiones; y del 67.5% y 69.3 % de 1 RM inicial respectivamente en el grupo que entrenó con altas repeticiones. El entrenamiento resultó en incrementos significativos en la fuerza tanto del tren superior como del tren inferior en ambos grupos, pero sólo en el tren inferior con respecto al grupo control al final del estudio. En el tren superior el grupo que entrenó con altas repeticiones y moderada intensidad, el entrenamiento resultó en ganancias significativas en la fuerza de 1 RM en comparación con el grupo control, las cuales se produjeron tanto durante las 4 primeras semanas (5.1%; $p < 0.01$) como en las 4 últimas semanas (10.7%; $p < 0.01$). En el grupo que se entrenó con bajas repeticiones y alta intensidad las ganancias de fuerza durante las primeras 4 semanas no fueron significativas (2.0%; $p < 0.56$), mientras que las ganancias observadas durante las últimas 4 semanas si fueron significativas (3.2%; $p < 0.01$). En ambos grupos las mayores ganancias en la fuerza fueron observadas en las últimas 4 semanas del estudio. No se observaron diferencias significativas respecto del incremento de la fuerza entre los grupos de entrenamiento. Es importante señalar que los autores reportaron que al grupo control mostró un incremento significativo en la fuerza en 1 RM en el ejercicio de press de banca lo cual fue indicativo de maduración y crecimiento. El grupo que entrenó con altas repeticiones y baja carga obtuvo ganancias significativas en la resistencia muscular del pecho (5.2 +/- 3.6 repeticiones) en comparación con los resultados del grupo control (1.7 +/- 1.1 repeticiones). Mientras que las ganancias realizadas por el grupo que entrenó con bajas repeticiones y altas cargas (3.1 +/- 2.5) no fue diferente a los resultados del grupo control. Por otra parte, en el tren inferior el entrenamiento de sobrecarga resultó en mayores

incrementos en la fuerza en 1 RM en el ejercicio de extensiones de rodilla en ambos grupos de entrenamiento y en comparación con el grupo control. Aquí tampoco se hallaron diferencias significativas en la fuerza en 1 RM en el ejercicio de extensión de rodillas entre los grupos experimentales. En ambos grupos de entrenamiento las mayores ganancias en la fuerza fueron observadas durante las primeras 4 semanas de entrenamiento (17.9% para el grupo que entrenó con bajas repeticiones y 21.7% para el grupo que entreno con altas repeticiones) aunque también se observaron ganancias significativas en las últimas 4 semanas (11.1% y 15.7% respectivamente). En este ejercicio el grupo control también mostró un incremento significativo en la fuerza indicativo de crecimiento y maduración. Para el ejercicio de press de banca el incremento en la resistencia muscular fue significativamente mayor en el grupo que entrenó con altas repeticiones en comparación con el grupo que entrenó con bajas repeticiones y con el grupo control, mientras que el incremento mostrado por el grupo que entrenó con bajas repeticiones no fue significativamente diferente al observado en el grupo control. Para el ejercicio de extensiones de rodilla ambos grupos de entrenamiento mostraron incrementos significativos en la resistencia muscular en comparación con el control, sin embargo el incremento en el grupo que entrenó con altas repeticiones fue significativamente mayor que el observado en el grupo que entrenó con bajas repeticiones.

Sadres et al (2001). El objetivo de este estudio fue examinar el efecto de un programa de entrenamiento de sobrecarga de dos años de duración sobre la talla, la fuerza muscular y la autoestima de entre niños pre púberes. Participaron 60 niños de 9-10 años de edad que fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental (n= 30, edad promedio 9.23 años) o un grupo control (n=30, edad promedio 9.36 años). Todos los sujetos se encontraban en el estadio de Tanner I (en base a las características sexuales secundarias) con algunas excepciones: dos sujetos en cada grupo se encontraban en el estadio II y un sujeto en el grupo experimental se encontraba en el estadio III no obstante estos sujetos tenían características antropométricas similares y niveles de fuerza similares al del resto del grupo. El grupo control (GC) participó en clases regulares de educación física (2 veces por semana) mientras que el grupo experimental (GE) participó en un programa de entrenamiento progresivo de sobrecarga que reemplazó las clases de educación física. El grupo experimental entrenó dos veces por semanas durante 9 meses en días no consecutivos en los dos años escolares. No

hubo registro de las actividades durante el tiempo en que los niños no asistieron a clase. El total de repeticiones por sesión fue de 150 con una carga media del 50% de 1 RM (rango de carga 30-70 % de 1 RM para el primer año escolar) y una carga media de 60 % de 1 RM en el segundo (rango de carga entre 50%-70% de 1 RM). En los dos años se realizaron 3-6 ejercicios por sesión en 1-4 series entre 5 y 30 repeticiones, con descansos entre 2-3 minutos entre ejercicios. Se realizaron test de 1 RM para determinar la carga de cada ejercicios y se reevaluaba cada 3 meses para reajustar la carga. Las ganancias de fuerza fueron significativamente mayores en GE en comparación con GC en todas las mediciones de fuerza (extensiones de rodilla: 83% frente a 79%; flexores de rodilla: 63% frente a 57%). Calculado como ganancias de fuerza semanales, esto resulta en una ganancia de 0.82 y 1.01% por semana durante el primer y segundo año, respectivamente, para los extensores de rodilla y 0.50 y 1.14% de ganancia por semana durante el primer y segundo año, respectivamente, para el flexores de rodilla. En comparación las ganancias semanales de fuerza en los estudios revisados por Falk et al (1996), variaron entre 1.5 y 10% por semana. Explicaciones para la menor tasa de ganancia de fuerza en el presente estudio incluye; la relativamente baja carga de entrenamiento, la larga duración del estudio junto con el conocido curva de relación entre ganancia de fuerza y duración del entrenamiento, el hecho ese entrenamiento incluyó ejercicios distintos a los ejercicios de prueba y el rango de edad de los participantes en el presente estudio fue muy limitado, mientras que en estudios anteriores se informaron un rango de edad más amplio (o mayor DE). Esto puede proporcionar una variación mayor y posiblemente, mayores ganancias de fuerza. Los tamaños de efecto (ES) calculados en el presente estudio fueron 1,53 y 0,76 para el rendimiento de extensores y flexores de rodilla, respectivamente. Estos ES son más altos que la ES media de 0,57 informada por Falk y Tenenbaum (1996) en su meta-análisis. La tasa de lesiones en el presente estudio fue muy baja (0.055/100 horas / participantes), a pesar de la duración, relativamente larga, del entrenamiento. Una tasa aún más baja (0.004 lesiones /100 horas /participante) se informó en una encuesta previa de niños 13-16 años mayores que participaron en entrenamiento con pesas o levantamiento de pesas (Hamill, 1994). Los resultados demostraron que entre los niños pre púberes, un programa de entrenamiento de resistencia de intensidad baja a moderada dos veces por semana durante un período de 2 años escolares (21 meses) puede mejorar la fuerza muscular sin un efecto perjudicial en el crecimiento

Faigenbaum et al (2003) basados en la hipótesis que los niños responden mejor a los protocolos de entrenamiento con mayor número de repeticiones durante el período inicial de adaptación. Éste estudio de investigación fue diseñado para medir adaptaciones fisiológicas de niños (fuerza muscular y resistencia muscular local) en 4 diferentes protocolos de entrenamiento con diferentes planificaciones de cargas más un grupo control. Sesenta y seis niños desentrenados (44 niños y 22 niñas) de una edad de 5.2 – 11.8 años participaron voluntariamente de este estudio. Media de edad 8.1 +/- 1.6 años. Entrenaron dos veces a la semana durante 8 semanas utilizando máquinas de sobrecarga adaptadas para niños y balones medicinales con un peso entre 1-2.5 kg. Además de los ejercicios de acondicionamiento corporal, los sujetos en cada grupo de ejercicio realizaron 1 serie de los siguientes protocolos de ejercicios para el acondicionamiento corporal del tren superior: 6-8 repeticiones con una carga alta en ejercicio de press de banca (HL. n=15) 13-15 repeticiones con una carga moderada en el ejercicio de press de banca (ML n= 16) 6-8 repeticiones con una carga pesada en el ejercicio de press de banca seguidos inmediatamente por 6-8 pases de pecho con un balón medicinal (CX n= 12) o 13-15 pases de pecho con un balón medicinal (MB n = 11). Doce niños sirvieron como control sin realizar entrenamiento (CT). Todos los sujetos participaron en una sesión introductoria antes de las evaluaciones para aprender la técnica correcta del ejercicio sobre el equipamiento de evaluación, para reducir la influencia del efecto del aprendizaje y familiarizarse con las pautas del entrenamiento de sobrecarga.

Los resultados de este estudio sugieren que los niños desentrenados pueden producir ganancias significativas en el incremento de la fuerza corporal a través de la participación en un programa de entrenamiento con sobrecarga. Después del entrenamiento sólo los grupos ML y CX demostraron mejoras significativas en 1 RM en press de banca ($p < 0.05$) (16.8 y 16.3 respectivamente vs 4.2 % grupo control). En comparación, las ganancias en fuerza producidas por niños en los grupos HL o MB no fueron superiores a las mayores ganancias obtenidas por el grupo control (CT). Las ganancias obtenidas por los grupos ML y CX fueron un poco menores a las reportadas por otros estudios de corta duración que incluyeron niños. (Faigenbaum 1993, Faigenbaum 1996). Los incrementos absolutos en la fuerza de press de banca en 1 RM que ocurrieron en los grupos ML (4.2 kg) y CX (4.0 kg) fueron también menores a aquellos reportados en otras investigaciones de corta duración que incluyeron niños (Faigenbaum 1993, Faigenbaum 1996). La resistencia muscular local que se

determinó por el número de repeticiones realizadas después del entrenamiento en el ejercicio de press de banca con la carga de 1 RM previa al entrenamiento se incrementó significativamente en el grupo ML (5.9 +/- 3.2 repeticiones) y el grupo CX (5.2 +/- 3.6 repeticiones) cuando se los comparó con el grupo CT. Las ganancias producidas por los grupos ML y CX fueron significativamente mayores a las ganancias realizadas por el grupo HL. Los autores concluyeron, con cierta desconfianza, que protocolos con mayor número de repeticiones durante el período inicial de adaptación puede proveer un mejor estímulo para el incremento de la fuerza muscular en niños. Mientras que protocolos de entrenamiento con menos repeticiones y altas cargas, pueden optimizar las ganancias de fuerza en el adulto, este tipo de entrenamiento puede no ser ideal para niños desentrenados. El entrenamiento con mayor número de repeticiones puede proveer una mejor oportunidad para mejorar la coordinación o el aprendizaje e incrementar la activación del motor principal (incrementar el número de unidades motoras reclutadas y aumentar la frecuencia de descarga). Puesto que un niño no puede activar sus músculos tan bien como los adultos en estado desentrenado. Protocolos con mayor número de repeticiones pueden ser ideales para niños que participan en programas de entrenamiento introductorio.

Tsolakis et al (2005) realizaron un estudio con 19 varones preadolescentes desentrenados (11-13 años), los cuales fueron colocados al azar en un grupo de entrenamiento experimental (STG, n =9) y en un grupo control (n=10). Los niños del STG fueron sometidos a un programa de entrenamiento de fuerza de 2 meses: 6 ejercicios, 3 series de 10 repeticiones máximas, 3 veces a la semana), seguido de un programa de desentrenamiento de 2 meses. Los ejercicios se realizaron en una máquina de resistencia variable y fueron: press de banca en posición supina, dorsal en polea, curl de bíceps, extensiones de tríceps, remo sentado y press militar. A los sujetos se les permitió descansar durante 1 minuto entre cada serie y durante 3 minutos entre cada uno de los 6 ejercicios. Las sesiones fueron con 48 hs de separación. Los sujetos fueron sometidos a un test a un test (10RM) cada 15 días para reajustar el esfuerzo de entrenamiento. El período de entrenamiento fue seguido por un período de desentrenamiento de 2 meses durante los cual los sujetos no participaron en ningún programa de entrenamiento excepto sus clases escolares de Educación Física. El estadio de maduración de los sujetos fue evaluado de acuerdo a Tanner en base a los genitales externos y al desarrollo del vello púbico. Todos los sujetos fueron clasificados como en la

última etapa del estadio I de Tanner en la primera etapa del estadio II y esto fue confirmado por sus concentraciones séricas de testosterona. Fueron obtenidas muestras sanguíneas antes del comienzo del entrenamiento, al final del segundo mes y al final del período de desentrenamiento, para determinar concentración hormonal sanguínea. El grupo control no estuvo sujeto a entrenamiento de fuerza pero siguió evaluaciones antropométricas y protocolos de análisis sanguíneos similares. La efectividad del programa de sobrecarga fue determinando diferencias pre – post-entrenamiento y en el desentrenamiento en: fuerza isométrica e isotónica (10RM) y las respuestas hormonales de la testosterona (T), globulina ligadora de las hormonas sexuales e índice de andrógenos libres (FAI). Los sujetos que participaron en el programa de entrenamiento con sobrecarga exhibieron un incremento de 124% ($p < 0.001$) en la concentración media de T y un 75% de incremento ($p < 0.05$) en valores FAI. El STG demostró ganancias isométricas (17.5% $p < 0.001$) mientras que el grupo control no mostró ganancias significativas en ninguno de los parámetros arriba mencionados. Al final del período de desentrenamiento las concentraciones medias hormonales del STG no fueron significativamente diferentes con respecto a las concentraciones post entrenamiento, mientras la fuerza disminuyó significativamente (9.5 $p < 0.001$). La concentración de T media en el desentrenamiento y los valores medios de FAI del grupo control se incrementaron en un 9% y en un 21% ($p < 0.05$). No fueron observadas diferencias significativas en ninguna de las mediciones de fuerza entre los grupos. Para los investigadores el presente estudio demostró que 2 meses de un programa de entrenamiento de la fuerza, supervisado y progresivo en jóvenes preadolescentes resultó en incrementos significativos en el nivel de los valores T y FAI y en el mantenimiento de los cambios post-entrenamiento después de un período de desentrenamiento de 2 meses. La fuerza isométrica se incrementó significativamente pero disminuyó significativamente al final del período de desentrenamiento hacia los valores de los controles no entrenados, sugiriendo que las ganancias de fuerza en niños son impermanentes y reversibles. No fueron observadas, asociaciones significativas entre los cambios relativos en la fuerza isométrica o isotónica (10RM) y los cambios en los parámetros hormonales durante el período post-entrenamiento

Mc Guigan 2008 El propósito de este estudio fue para investigar el efecto de un programa de entrenamiento de resistencia de 8 semanas en niños con sobrepeso u obesidad. Cuarenta y ocho niños ($n = 26$ niñas y 22 niños; edad media = 9.7 años) participó en un

programa de fuerza de 8 semanas en el cual se entrenaba 3 veces a la semana. Medidas de composición corporal mediante absorciometría de rayos X de doble energía, antropometría y fuerza se hicieron antes y después de la intervención de entrenamiento. Se determinó la fuerza máxima de la parte inferior del cuerpo usando un ejercicio de sentadillas en máquina. También se evaluaron la potencia y la altura del salto vertical usando el sistema de medición balística (Performance Plate, Fitness Tecnología, Adelaide, Australia) en salto con contra movimiento (CMJ) y sin contra movimiento (SJ) se registraron la potencia y la altura de salto vertical. Para evaluar la resistencia muscular, se les pidió a los niños que hicieran tantas flexiones de brazos como fuera posible. Las sesiones de entrenamiento de resistencia consistieron en entrenamientos usando una combinación de diferente peso corporal y ejercicios de fuerza para todo el cuerpo. El primer objetivo era incorporar ejercicios que requerían un mínimo equipo que incluyera pesas, bandas elásticas, balones medicinales, y bolsas con peso. El programa consistió en variar cargas de entrenamiento dentro de cada semana de entrenamiento, así como el aumento de la intensidad durante las 8 semanas. El primer entrenamiento de la semana consistió en 3 series de 8– 10 RM. El segundo entrenamiento incluyó una sesión de alto volumen y de intensidad moderada con tres series de 10-12 repeticiones y el tercer entrenamiento involucró ejercicios explosivos de intensidad moderada a alta 3 series de 3 a 5 repeticiones. Se observaron cambios significativos en la composición corporal, en porcentaje grasa corporal y masa corporal magra.

El presente estudio ha demostrado que 8 semanas son adecuadas para lograr cambios favorables significativos en la composición corporal y la fuerza muscular en niños obesos y con sobrepeso. Luego de 8 semanas de entrenamiento: hubo una disminución significativa en el porcentaje absoluto de grasa corporal de 2.6% ($p = 0.003$) y un aumento significativo en la masa corporal magra de 5,3% ($p = 0,07$). No hubo cambios significativos en la altura, peso, índice de masa corporal, masa grasa total o contenido mineral óseo. Hubo aumentos significativos en los ejercicios de fuerza ($p < 0.05$): en la sentadilla (74%), número de flexiones (85%), altura de salto de contra movimiento (8%), altura de salto sin contra movimiento (4%). Estos resultados demostraron que el programa de entrenamiento de resistencia implementado produce cambios significativos en la composición corporal y la fuerza y medidas de potencia y fuerza explosiva. Además de ser bien tolerado por el participantes, un programa periodizado ondulado proporciona variación y aumenta

significativamente la masa corporal magra, disminuye porcentaje de grasa corporal, y aumenta la fuerza y la potencia en niños con sobrepeso y obesidad

Behringer et al (2010) Los autores intentaron sintetizar la mejor evidencia disponible para determinar si los programas de entrenamiento de resistencia son efectivos en niños y adolescentes, así como para examinar la influencia de edad, madurez y parámetros del programa en fuerza. Se realizaron búsquedas en seis bases de datos biomédicas desde su inicio hasta agosto de 2009. Cuarenta y dos estudios ($n = 1728$ participantes) se incluyeron en el meta análisis. La edad media de los sujetos fue de 11.5 años (DE 2.6 años) y el 67% de los participantes eran hombres. Hubo una gran variación en el período de entrenamiento (rango 4–60 semanas) pero mayor consistencia en términos de duración ($41,1 \pm 12,3$ min), frecuencia ($2,7 \pm 0,8$ sesiones / semana), intensidad (60–80% de 1RM), volumen (promedio de 2–3 series, 8–15 repeticiones, 6-8 ejercicios) y tipo de ejercicio (83% anisométrico, 7% isocinético, 10% isométrico). El meta análisis informó una ES media ponderada de 1.12 (SE 0,11). Esto indica que, en promedio, la fuerza del entrenamiento los grupos mejoraron 1.1 DE más que los grupos de control. Las mayores ganancias de fuerza se asociaron con el aumento de la madurez, aumento de volumen (número de sesiones / semana) y un programa más largo. Sin embargo, edad, sexo, número de series e intensidad de programa no influyeron en el grado de ganancia de fuerza

Granacher et al 2011 En este estudio investigó los efectos de alta intensidad en el entrenamiento de fuerza (HIS) en extensor y flexores de rodilla, altura del salto contramovimiento (CMJ), control postural, masa magra y área transversal muscular (CSA) de la pierna dominante en niños pre púberes. Treinta y dos niños participaron en este estudio y fueron asignado a un grupo experimental (INT; $n = 17$) o a un grupo de control ($n = 15$). El INT participó en 10 semanas en máquina con peso basado en HIS integrado a clases de educación física, Se incluyeron pruebas previas / posteriores de las medidas del torque pico de los extensores / flexores de rodilla a 60° y $180^\circ / s$, altura de CMJ, balanceo postural, masa magra de la pierna por análisis de impedancia bioeléctrica y CSA (m. cuádriceps) y por resonancia magnética. HIS resultó en aumentos significativos en la extensión/flexión de rodilla de torque pico ($60^\circ / s$ y $180^\circ / s$) aunque no produjo cambios significativos en CMJ, balanceo postural, masa magra, y CSA. Aunque fue eficaz para aumentar torque máximo de los extensores/ flexores de rodillas en niños, no pudo modificar el tamaño muscular. Eso

parece dar cuenta que los factores neuronales son los responsables preponderantes en las ganancias de fuerza en niños. En este estudio se compararon las adaptaciones antes y después del entrenamiento HIS en un estudio longitudinal controlado. El periodo de entrenamiento duró 10 semanas para garantizar modificaciones neuromusculares. Los sujetos participaron en este estudio tenían antecedentes de trastorno musculoesquelético, neurológico u ortopédico que podría haber afectado su capacidad para ejecutar entrenamiento de resistencia o para realizar pruebas de fuerza y equilibrio. El grupo INT realizó un programa HIS basado en pautas de entrenamiento de fuerza juvenil proporcionadas por Faigenbaum y col. (2003) (ejercicios: prensa de piernas, extensión/ flexión de rodilla, pantorrillas sentado, máquina de pesas para abducción / aducción de cadera, se incluyeron ejercicios básicos en el programa de acondicionamiento para entrenar particularmente el abdomen y los músculos lumbares. El volumen de entrenamiento constó de un período de entrenamiento de 10 semanas con un total de 20 sesiones. Se agregaron 2 sesiones de capacitación adicionales antes del inicio de la capacitación como período para que los niños se acostumbren a las máquinas y la intensidad del entrenamiento. Cada sesión duró 90 minutos (10 minutos de entrada en calor, 70 min HIS, 10 min de vuelta a la calma) los ejercicios incluyeron 3 series de 10-12 repeticiones con 3/4 minutos de descanso entre series. La frecuencia de entrenamiento fue de 2 sesiones de entrenamiento a la semana separadas por al menos 48 h intensidad de entrenamiento: 70–80% de la 1RM. La intensidad del entrenamiento se examinó para cada participante cada quince días mediante pruebas de 1RM. El entrenamiento HIS fue organizado como un circuito de y se utilizaron máquinas de pesas para las extremidades inferiores (CYBEX EAGLE Premier Line, adaptadas por el fabricante). Participantes del grupo CON asistió a sus clases regulares de educación física (también 2 veces a la semana) durante el período de intervención de 10 semanas y fueron principalmente enseñado en diferentes tipos de juegos de pelota y natación. No se realizaron ejercicios de construcción de fuerza específicos durante sus lecciones de educación física Se aconsejó a todos los sujetos de no disminuir o aumentar sus actividades deportivas diarias entre pre y pruebas posteriores los resultados de este estudio ilustraron que HIS produjo incrementos marcados en torque isocinético máximo de los extensores / flexores de rodilla a $60^\circ / s$ y $180^\circ / s$ en niños pre púberes sanos. Cociente de correlación intraclase para torque pico de extensores de rodilla para velocidades angulares de $60^\circ / s$ (ICC = 0.93) y $180^\circ / s$ (ICC = 0.99) y flexores de

rodilla $60^\circ / s$ (ICC = 0.92) and $180^\circ / s$ (ICC = 0.97). HIS no produjo mejoras significativas en la altura de salto de CMJ y control postural estático. Tampoco en la masa magra ni en la sección transversal del músculo de las extremidades inferiores, lo que se sugiere, que la fuerza observada las ganancias fueron causadas principalmente por factores neuronales con hipertrofia muscular jugando un papel menor.

Faingenbaum et al (2011) evaluó los efectos de la integración neuromuscular del entrenamiento (INT) durante la clase de educación física (EF) en evaluaciones seleccionadas de aptitud física relacionada con la salud y las habilidades motoras en los niños. Cuarenta niños de segundo grado se agruparon al azar en un grupo entrenamiento (INT) ($n = 21, 7.5 \pm 0.3$ años de edad) y un control (CON) ($n = 19, 7.6 \pm 0.3$ años de edad). El grupo INT trabajó 2 veces a la semana (con 48 hs de separación entre sesiones) durante los primeros ~ 15 min de cada clase de educación física y consistieron en ejercicios con el peso corporal. Participantes INT y CON fueron evaluados antes y después de las 8 semanas de investigación en: altura, masa corporal, curl up, push up, salto de longitud con un solo pie, salto de longitud con ambos pies, prueba de sentarse y alcanzar (Sit and Reach) equilibrio, velocidad/agilidad en 4×10 yardas (9.1 metros) y resistencia cardiorrespiratoria corriendo 0.5 millas (0,8 km). El programa INT consistió en un calentamiento dinámico de dos minutos (por ejemplo, marchando en lugar y en distintas direcciones) seguidas de cinco ejercicios principales que se centraron en mejorar la potencia muscular, la fuerza de la parte inferior del cuerpo y la fuerza del core (sentadillas frontales, saltos sin contra movimiento, plancha, y ejercicio con globo) y ejercicios secundarios destinados a mejorar la habilidades motoras básicas. Los ejercicios utilizados en este programa se han descrito en programas anteriores (Mediate 2007, Farrel 2010) Los ejercicios secundarios progresaron de simples a complejos durante el período de entrenamiento de 8 semanas. Los participantes estuvieron activos durante todo el programa INT y alternó entre una serie en un ejercicio primario de mayor intensidad y una serie en un ejercicio secundario de menor intensidad que es característico de cómo los niños se mueven y juegan. Los participantes realizaron dos series en todos los ejercicios primarios y durante el período de entrenamiento de 8 semanas progresaron de 7 a 10 repeticiones en los ejercicios dinámicos y de 10 a 30 segundos en el ejercicio de plancha. Ejercicios secundarios se realizaron durante 15-30 s y los ejercicios progresaron cada dos o tres semanas. Los sujetos realizaron todos los ejercicios con un globo. Los participantes en

el grupo INT recibieron las indicaciones específicas para desarrollar de manera correcta las habilidades involucradas haciendo hincapié en la calidad del movimiento, enseñándoles las técnicas y posturas correspondientes. Después de INT, los niños participaron en clases de variedad de educación física tradicional. Los participantes en CON no realizaron entrenamiento específico pero asistió a su clase regular de educación física dos veces por semana durante el período de estudio. Todos los participantes completaron el estudio de acuerdo con los procedimientos mencionados anteriormente y no se reportaron lesiones. Los grupos INT y CON tuvieron una tasa de participación del 100% durante el período de estudio. El programa INT aumentó el número máximo de curl up desde una media (95% intervalo de confianza [IC]) pretest de 9.3 (6.2–12.4 repeticiones) a 28.4 (22.0–34.9 repeticiones; $p < .05$) después de la intervención. La prueba de push up mostró resultados similares ya que INT aumentó el número máximo de empujes de una puntuación media previa a la prueba de 1.9 repeticiones (0.7–3.1 repeticiones) a una media posterior a la prueba de 2.5 repeticiones (1.4–3.6 repeticiones; $p < .05$). No hubo cambios significativos en los push-up del grupo control CON entre un puntaje pretest de 2.1 repeticiones (0.83–3.3 repeticiones) a una puntuación posterior a la prueba de 2.1 repeticiones (0.97–3.2 repeticiones; $p > .05$). El programa INT mostró una mayor mejora en el salto de longitud desde una media (95% CI) puntaje pre test de 111.9 cm (104.2–119.6 cm) a 116.4 cm (108.7–124.0 cm; $p < .05$) resultados posteriores. La prueba de salto con una sola pierna aumentó de 72.5 cm (65.5–79.4 cm) pre test a 80.1 cm (73.8–86.5 cm; $p < .05$) También se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la carrera de 0.5 millas (0.8 km) del grupo INT en relación al grupo CON, no habiéndose registrado diferencias significativas en el resto de las variables evaluadas. Para los autores el hallazgo principal de este estudio fue que la participación en un programa INT se relacionó con un método de acondicionamiento seguro, efectivo y valioso para los niños. Específicamente, los niños que realizaron INT con globos durante las clases de educación física obtuvieron resultados significativos mayores ganancias en fuerza / resistencia muscular, potencia de miembros inferiores y aptitud cardiorrespiratoria en comparación con los controles de la misma edad que participaron sólo en la clase tradicional de educación física (EF). Estos datos demuestran el valor potencial de incorporar un tiempo eficiente, económico, y un programa INT apropiado para el desarrollo en educación física primaria. Aunque los mecanismos

responsables de estos logros no fueron examinados en este estudio, es probable que los cambios fueran de naturaleza neuromuscular relacionados con la activación, coordinación, reclutamiento y frecuencia de descarga en las unidades motoras.

8. REALIDAD Y PROPUESTA AL PARADIGAMA ACTUAL DE ACTIVIDAD FÍSICA EN JÓVENES: TRÍADA DE INACTIVIDAD FÍSICA PEDIÁTRICA Y EJERCICIO NEUROMUSCULAR INTEGRADOR

Las tendencias temporales de la aptitud muscular de los jóvenes (es decir, la fuerza muscular, la potencia muscular y la resistencia muscular local) indican que los niños y adolescentes contemporáneos son más débiles y lentos que las generaciones anteriores (Faingbaum et al 2019). En consecuencia, las generaciones actuales parecen ser tan vulnerables como los adultos mayores a las inevitables consecuencias del desuso muscular provocando disfunción neuromuscular.

Los efectos duraderos de la inactividad física durante la infancia y la adolescencia pueden dar lugar a patologías prevenibles. Según Faingbaum et al (2018) es urgente abordar de manera integral este fenómeno y salir del estancamiento de la mentalidad basada en pautas que se centran casi exclusivamente en el logro diario de al menos 60 min de actividad física de moderada o vigorosa intensidad (MVPA), tal como establecen las recomendaciones científicas actuales, ya que dichos lineamientos parecen no solucionar este complejo problema debido a que los valores de inactividad física nunca han disminuido desde las primeras recomendaciones de la ciencia.

Tradicionalmente, las recomendaciones en cuanto al tipo de actividad física o ejercicio físico se han centrado, principalmente, en las de índole cardiovascular. En este sentido, se pueden encontrar sugerencias como las aportadas por la United States Department of Health and Human Services (2018) en las que se recalca la necesidad de llevar a cabo actividades físicas de carácter aeróbico de intensidad moderada a vigorosa durante, al menos, 60 minutos diarios para niños y adolescentes. Esta preferencia por el ejercicio cardiovascular ha estado fundamentada principalmente por los beneficios contrastados que tiene para la salud en general y en particular contra la obesidad infantil (Chulvi-Medrano et al 2018). Sin embargo, cabe resaltar que este tipo de actividad, de forma aislada, ha mostrado tener efectos moderados sobre la reducción del índice de masa corporal y efectos pequeños sobre el peso corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura (Stoner et al 2016).

Estas recomendaciones generales que se centran sobre la cantidad total de actividad física aeróbica acumulada a lo largo del día, subestiman la importancia crítica de ejercicio de fuerza para combatir la inactividad física y preparar a los jóvenes para la participación continua tanto en el juego recreativo, el ejercicio físico y las actividades deportivas. Se necesitan óptimos niveles de aptitud muscular para saltar, patear y correr de manera competente, por ello se debería concentrar los esfuerzos para identificar y tratar los déficits en la fuerza muscular en etapas tempranas de la vida antes que los jóvenes se sientan desinteresados, desconectados, con predisposición a contraer limitaciones funcional que pueden desencadenar en lesiones relacionadas con la actividad física (Orsso et al 2019).

La promoción de la actividad física juvenil debería enfocarse hacia un entrenamiento integrador, centrado en ejercicios de fuerza debido a su impacto positivo en la salud, el rendimiento físico y sus efectos reductores en las lesiones deportivas (Lloyd et al 2014). Baja fuerza muscular, pobres habilidades motoras básicas y déficit en actividad física pueden interactuar sinérgicamente para predisponer a los jóvenes a la dismetría junto con asociados cambios en la función contráctil y la morfología del músculo esquelético (Chulvi-Medrano et al 2017, Orsso et al 2019).

También se ha planteado la hipótesis que los niños con habilidades motoras deficientes no podrían romper la llamada barrera de competencia motora y, por lo tanto, estarían menos preparados para juegos activos y actividades recreativas que requerirían patrones de movimiento más maduros [De meester et al 2018]. Se entiende por barrera de competencia motora a la dificultad para realizar o aprender acciones motoras (Gallahue & Donnelly, 2008 citado en Barela 2015).

Si bien la evidencia reciente respalda la presencia de una barrera de competencia motora para cumplir con las pautas de actividad física, se necesitan niveles previos de fuerza muscular para mejorar el rendimiento de las habilidades de movimiento que preparen a la juventud para las demandas de la actividad física vigorosa y reducir la probabilidad de lesiones relacionadas con el deporte (Emery et al 2010, Laursen et al 2014). Un cierto nivel de producción de fuerza es necesario para realizar habilidades de movimiento de manera competente y, por lo tanto, la fuerza muscular debe considerarse fundamental para el desarrollo físico a largo plazo. Sin adecuados niveles de fuerza muscular es poco probable que la juventud pueda ganar confianza y competencia en sus habilidades físicas para optimizar

las ganancias de rendimiento en otros componentes importantes de la aptitud física (Zwolski et al 2017). Como tal, un número creciente de los jóvenes de hoy pueden ser incapaces de atravesar la llamada barrera de competencia motora que les permitiría realizar y dominar las habilidades básicas de movimiento, participar en MVPA con entusiasmo y mejorar las ganancias de rendimiento en otros importantes componentes de la aptitud física (Faingbaum et al 2019).



Figura N^o 2. Parámetros de desempeño atlético infanto-juvenil. Adaptado de Faingbaum et al (2016)

De acuerdo a Faingbaum et al (2018) la tríada de inactividad pediátrica (PIT) es una condición observada en jóvenes físicamente inactivos que involucra tres componentes distintos pero relacionados entre sí: 1) trastorno por déficit de ejercicio, 2) dinapenia pediátrica y 3) analfabetismo físico.

El primer componente del PIT se relaciona con el constructo llamado trastorno por déficit de ejercicio, un término usado para describir una condición caracterizada por niveles de actividad física de modera o vigorosa intensidad (MVPA) que son inconsistentes con las recomendaciones actuales de salud pública (Faingbaum 2014). El autor sugiere que el término trastorno por déficit de ejercicio debe usarse para resaltar la gravedad de esta

afección clínica, educar a los padres sobre la importancia del MVPA regular y una intervención inmediata por parte de pediatras y otros profesionales. Los jóvenes que no cumplen con las recomendaciones mínimas para MVPA, deberían ser identificados con una condición pre mórbida y luego podrían ser tratados con la misma energía y resolución que un niño hipertenso o un adolescente con sobrepeso para prevenir la progresión de procesos patológicos. Simplemente pedirles a los niños y niñas físicamente inactivos que "caminen a la escuela" o "jueguen afuera" no es suficiente. Se necesitan programas de ejercicio terapéutico estructurados e innovadores para atacar las deficiencias, mantener la participación y promover elecciones de estilo de vida saludable para todos los jóvenes que tienen un trastorno por déficit de ejercicio, independientemente del tamaño corporal, es decir el ejercicio integral debe abordarse en aquellos niños con déficits de actividad física sean obesos o tengan normo peso.

La dinapenia pediátrica, se define como una condición caracterizada por bajos niveles de fuerza y potencia muscular con las consiguientes limitaciones funcionales no causadas por enfermedad neurológica o muscular (Faingenbaum 2017). Se necesita una cierta cantidad de fuerza y potencia muscular para desarrollar la habilidad de saltar, trepar, patear y lanzar. Los jóvenes con bajos niveles de fuerza y potencia muscular tienen más probabilidades de permanecer inactivos, experimentar limitaciones funcionales y sufrir lesiones relacionadas con la actividad durante el juego libre y el deporte. Las mejoras en la fuerza y la potencia muscular alterarán positivamente las trayectorias de actividad física para que los jóvenes inactivos puedan romper la llamada barrera de competencia motora para alcanzar a sus compañeros con mejor aptitud muscular.

El tercer componente del PIT se relaciona con el concepto de analfabetismo físico que describe la falta de confianza, competencia, motivación y conocimiento para avanzar de manera competente en una variedad de actividades físicas. Los niños con déficit en la aptitud muscular, serán menos aptos para desarrollarse con normalidad en los juegos motores tanto escolares como libres. Cuanto menos se involucren en los juegos, incrementarán los déficits de aptitud y menos probabilidades tienen de experimentar la alegría pura del movimiento. Dado que el concepto de analfabetismo físico abarca los dominios de aprendizaje psicomotor, cognitivo y afectivo, las intervenciones deben reforzarse con estrategias pedagógicas, motivacionales y socio-afectivas para que los niños y adolescentes inactivos puedan aprender

el valor de la actividad física. La cantidad de MVPA prescrita debe equilibrarse con la calidad de la experiencia de movimiento (Pesce et al 2018) pues se debe tener en cuenta que el énfasis de las recomendaciones actuales se centra principalmente en la cantidad de movimiento, soslayando un aspecto fundamental como la calidad del mismo (Pesce, 2012).

Los niños que son analfabetos motores a menudo no les gustan el juego al aire libre, la educación física y los deportes de equipo, ya que se sienten no calificados para los desafíos de jugar con sus compañeros. Esta percepción de ineptitud puede conducir a una reducción de MVPA y un vórtice de afecciones relacionadas con la salud. El analfabetismo físico, al igual que el analfabetismo de lecto-escritura, requiere educación continua, orientación y aliento para que los jóvenes puedan comenzar a tomar responsabilidad por la participación en MVPA a lo largo de su vida. Los incontrovertibles efectos negativos de la inactividad física de lo que se da testimonio debería alentar el desarrollo de planes de tratamiento novedosos e innovadoras iniciativas de investigación para desarrollar políticas de salud. Mientras no haya una única solución para la pandemia de inactividad física, el PIT tiene como objetivo crear un cambio de paradigma al expandir nuestra comprensión y apreciación de determinantes interrelacionados que impulsan la inactividad física en la juventud (Faingenbaum et al 2019).

Dado que la aptitud muscular sustenta muchas de las cualidades biomotoras que son necesarias para realizar adecuadamente movimientos y habilidades de la vida cotidiana (Lloyd et al 2014) la reducción de dichos niveles de aptitud muscular, pueden conducir inevitablemente a una disminución en actividad física y alfabetización física (Smith et al 2019).

Atletas jóvenes que no abordan los déficits neuromusculares para construir sus niveles de aptitud muscular pueden ser más propenso a sufrir una lesión relacionada con el deporte y menos probabilidades de alcanzar niveles de rendimiento de élite. A pesar de la importancia del seguimiento temporal en los cambios en la aptitud cardiorrespiratoria en la juventud, igual importancia debe administrarse para controlar las tendencias en la aptitud muscular durante la infancia y adolescencia ya que los déficit de fuerza pueden resultar en poca actividad física y trastornos para la salud (Orsso et al 2019, Faingenbaum et al 2013).

En las últimas décadas ha habido una disminución en medidas de aptitud muscular en jóvenes en edad escolar, en los cuales se encontraron disminuciones en los rendimientos en

el salto de longitud, fuerza de prensión, abdominales y fuerza de brazos que eran consistentes con disminuciones auto informadas en actividad

Las consecuencias a largo plazo de los bajos niveles de aptitud muscular incluyen la disminución de la participación en actividades MVPA, tasas crecientes de lesiones relacionadas con el deporte y pobres niveles de salud cardiometabólica (Martínez-Gómez et al. 2011, Faingenbaum et al 2019).

Las consecuencias de la dinapenia no son limitadas a poblaciones adultas porque la debilidad muscular a cualquier edad predispone a los individuos a limitaciones funcionales, lesiones y resultados adversos para la salud. En apoyo de estas observaciones, la dinapenia durante los años de crecimiento se ha encontrado que está asociada con disfunciones metabólicas (Gomez et al 2017], riesgo cardiovascular (Sánchez et al 2019] y con las principales causas de muerte prematura (Ortega et al 2012). Datos de un gran estudio de cohorte de 1,2 millones de jóvenes entre 16 y 19 años de edad, proporcionó evidencia de una asociación entre la debilidad muscular en adolescentes varones y su riesgo de invalidez en edades adultas (IA). Los niveles moderados a altos de fuerza muscular se asociaron con un menor riesgo de (IA) en diferentes categorías de índice de masa corporal (IMC). La debilidad muscular fue un factor de riesgo especialmente importante para la (IA) cuando se combinó con una baja aptitud aeróbica. La fuerza muscular y la aptitud aeróbica atenuaron conjuntamente el mayor riesgo de (IA) asociado con la obesidad (Hernriksson 2018). En otro estudio Andersen et al (2015), estudiaron 1,1 millones de jóvenes con una edad promedio de 18.2 años en el cual asociaron la capacidad de ejercicio y la fuerza muscular con el riesgo de enfermedad vascular y subgrupos (cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, accidente cerebrovascular y muerte cardiovascular) y el riesgo de arritmia y subgrupos (fibrilación o aleteo auricular, bradiarritmia, taquicardia supraventricular y arritmia ventricular o repentina muerte cardíaca). La capacidad de ejercicio se asoció inversamente con el riesgo de enfermedad vascular y sus subgrupos. La fuerza muscular también se asoció inversamente con el riesgo de enfermedad vascular, impulsada por asociaciones de mayor fuerza muscular con menor riesgo de insuficiencia cardíaca y muerte cardiovascular. Una mayor fuerza muscular se asoció con un menor riesgo de arritmia (específicamente, menor riesgo de bradiarritmia y arritmia ventricular). La combinación de alta capacidad de ejercicio y alta fuerza muscular se asoció con una razón de riesgo de 0,67 (intervalo de confianza del 95%:

0,65 a 0,70) para eventos vasculares y 0,92 (0,88 a 0,97) para arritmia en comparación con la combinación de baja capacidad de ejercicio y baja fuerza muscular.

Los niños necesitan aprender a moverse de manera competente y deben contar con oportunidades diarias de participar en diferentes tipos de MVPA que mejoren la aptitud muscular y reforzar los patrones de movimiento deseados. Dado que la fuerza muscular está inversamente asociada con el riesgo de mortalidad en diversas afecciones agudas y crónicas en todo el curso de la vida (Jochem et al 2019) la participación en programas de ejercicio que incluyan entrenamiento de fuerza deberán comenzar a edades tempranas, antes que se manifiesten el inicio de déficits neuromusculares y condiciones de salud relacionadas.

Debido a tendencias temporales en la aptitud muscular y la consiguiente presencia de dinapenia pediátrica en los jóvenes contemporáneos, los entrenamientos de fuerza deben incluirse en los programas de acondicionamiento físico juvenil y la participación en actividades de fortalecimiento deben tomar una posición más prominente en las recomendaciones de salud pública sobre la práctica de actividad física en forma regular, sistemática y planificada.

El pensamiento moderno que se centra en la cantidad de tiempo que los jóvenes pasaron en MVPA subestima la importancia de mejorar la aptitud muscular, mejorar las habilidades motoras básicas (HMB) y ayudar a los jóvenes a desarrollar actitudes y comportamientos que apoyen estilos de vida activos (Faigenbaum et al 2019).

La Participación regular en programa de entrenamiento de fuerza bien diseñado para mejorar la aptitud neuromuscular es la base del desarrollo atlético para todos los jóvenes deportistas. Los primeros años de vida se caracterizan por cambios rápidos en el desarrollo del cerebro y la neuroplasticidad asociada para el aprendizaje de habilidades motoras y por lo tanto, los efectos saludables de programas de entrenamientos de fuerza bien diseñados pueden ser los más prometedores y duraderos (Myers et al 2015). Niños y niñas que no participan regularmente en actividades estructuradas, direccionadas hacia el aprendizaje de habilidades motoras básicas durante las clases de educación física o en diversos programas deportivos, nunca podrán alcanzar su potencial genético para el control y desarrollo de dichas habilidades motoras en etapas posteriores de la vida (Myers et al 2015).

Un programa de entrenamiento de fuerza bien diseñado, centrado en las mejoras de la aptitud neuromuscular y la coordinación intermuscular (Behringer et al 2010) pueden

verse beneficiados por rápidos cambios en la mielinización del sistema nervioso central (Myer et al 2014) que ocurren en los primeros años de vida.

Debido a la plasticidad neuromuscular durante los años de crecimiento, existe una oportunidad incomparable de enfocarse en el desarrollo de la fuerza en etapas tempranas de la vida para preparar el escenario para una mayor destreza atlética en etapas posteriores. (McGladrey et al 2014).

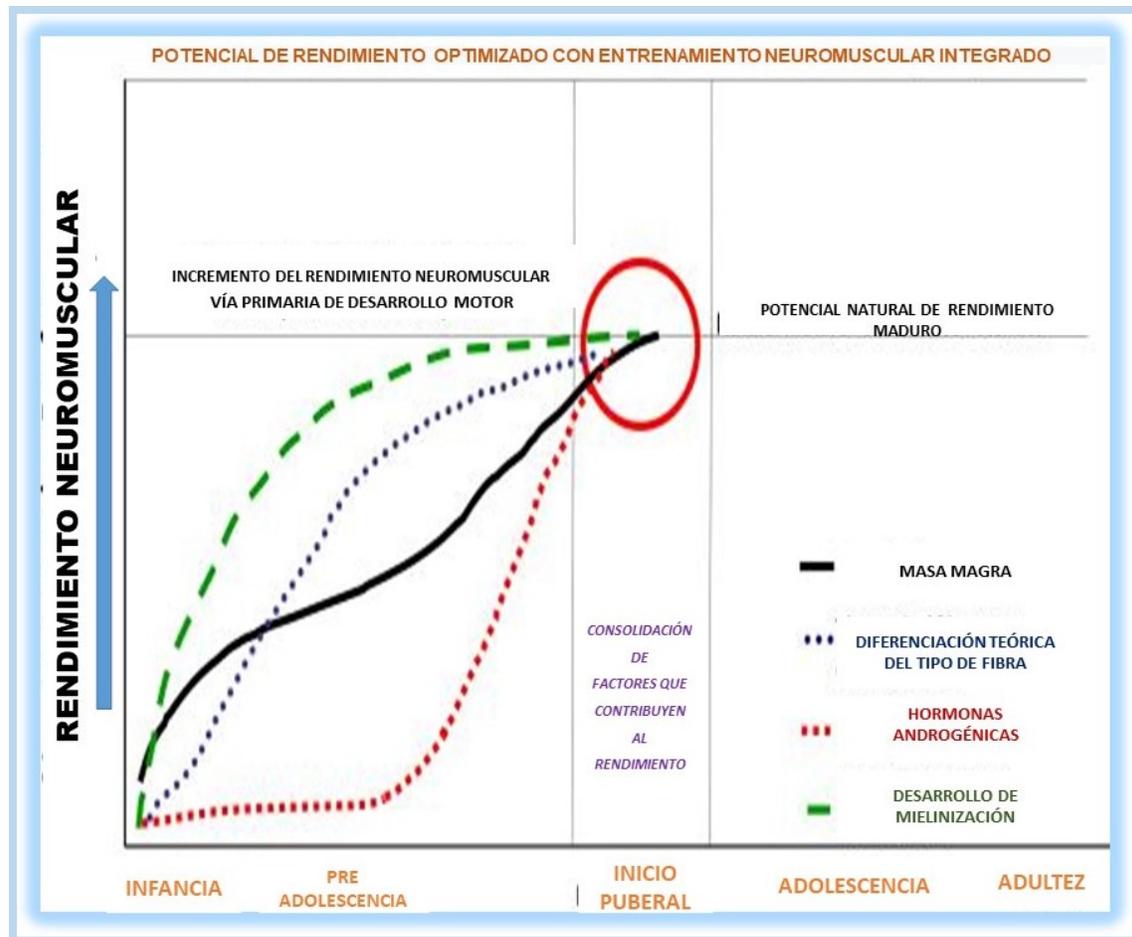


Figura N^o 3. Potencial de rendimiento optimizado con el entrenamiento neuromuscular integrado. Myer et al (2011)

Un estudio meta-analítico (Behringer et al 2011) indicó en sus conclusiones que los niños muestran mayores ganancias inducidas por el entrenamiento de fuerza en el rendimiento de las habilidades motoras (por ejemplo, saltar, correr y lanzar) que los adolescentes que participaron en programas similares, y que dichos programas son más

efectivos en la prevención de lesiones cuando se comienza a edades tempranas antes que la mecánica alterada de movimiento pueda aumentar el riesgo de lesiones.

Las investigaciones existentes indican que el entrenamiento de fuerza puede generar mejoras en el rendimiento de: velocidad de carrera, velocidad de lanzamiento de pelota, velocidad de cambio de dirección, resistencia aeróbica, equilibrio dinámico, flexibilidad y rendimiento motor general en niños y adolescentes (Faingenbaum et al 2016).

Los programas de entrenamiento de fuerza bien diseñados brindan una oportunidad necesaria para que los atletas jóvenes mejoren las competencias en sus habilidades de movimiento. Además de evaluar la cantidad del rendimiento del entrenamiento de fuerza, es igualmente importante proporcionar observaciones específicas sobre la calidad del movimiento. Este enfoque implica la evaluación de patrones de movimiento que se consideran esenciales para el dominio técnico de uno o varios ejercicios (Myer et al 2014).

Las interacciones cognitivo-perceptivas-motoras deben tenerse en cuenta al diseñar programas de entrenamiento. Para desarrollar la competencia motora, los atletas jóvenes deben mostrar el dominio de las habilidades motoras aprendidas en los ejercicios básicos y adquirir nuevos conocimientos realizando movimientos novedosos en otros ejercicios que requieran capacidades de movimiento más complejas.

Conceptualmente, los atletas jóvenes que no están expuestos al entrenamiento de fuerza en etapas tempranas de la vida pueden no ser capaces de capitalizar el alto grado de plasticidad neuromuscular durante este período de desarrollo (Keiner et al 2014).

La capacidad de ejecutar movimientos atléticos con estilo, gracia y precisión requiere la integración coordinada de subsistemas de control cognitivo, sensorial, emocional, perceptivo y motor que evolucionan durante la infancia (Myer et al 2013). Con exposición regular a ambientes que mejoran la aptitud muscular y al rendimiento de las habilidades motoras, los atletas jóvenes aprenderán a organizar y controlar estos subsistemas como se describe en la teoría clásica del desarrollo motor (Thelen 1995). El desarrollo del cerebro durante los años de crecimiento probablemente corresponde al período cuando estos subsistemas se desarrollan de manera óptima, y por lo tanto los niños pueden aprender habilidades avanzadas de entrenamiento de fuerza (movimientos de levantamiento de pesas o ejercicios pliométricos avanzados) a una edad más temprana que las poblaciones de más

edad porque pueden emplear vías de desarrollo que controlan la coordinación, el control y las competencias motoras (Ungerleider et al 2002).

Si bien la mayoría de los niños pueden aprender movimientos básicos, su capacidad de progresar a movimientos más complejos con el tiempo estará influenciado por la cantidad de tiempo que han practicado estas habilidades con un entrenador experto que pueda abordar el problema.

El aprendizaje motor desde un abordaje integral maximizaría los potenciales beneficios para niños y adolescentes relacionados con la salud y la aptitud motora, aprovechando la neuroplasticidad en edades temprana de la vida, el desarrollo de la mielinización y cableado cerebral que incluye el manejo de la poda neuronal (cambios en la estructura neural por reducción general de número de neuronas y sinapsis lo que permite una mayor eficiencia en las configuraciones sinápticas) durante la maduración cortico motora (Low et al 2006).

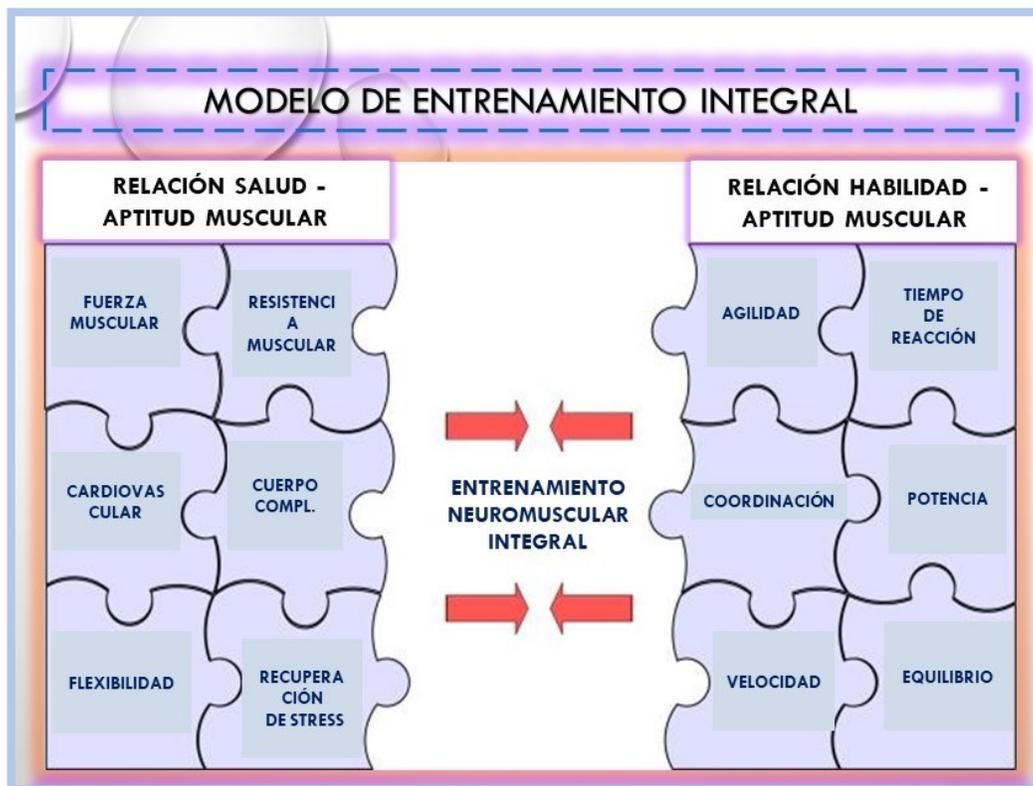


Figura N° 4. Modelo de entrenamiento integral. Adaptado de Myer et al (2011)

Los niños pueden heredar la sensibilidad a ciertos tipos de entrenamiento y hacer ejercicio durante los años de crecimiento. También puede haber umbrales genéticamente vinculados del sistema nervioso que diferencian la capacidad de un niño para explotar umbrales críticos de maduración para el desarrollo de habilidades motoras complejas (Rosengren et al 2003).

La intrincada interacción de la genética y el medio ambiente ha sido descrita de la siguiente manera: “Los genes no determinan rasgos complejos por sí solos. Más bien, los genes y el medio ambiente interactúan entre sí en un proceso dinámico” (Shenk 2010). Siguiendo esa construcción relacionada con las habilidades, la aptitud física no es un límite funcional innato determinado en la concepción o gestación, sino más bien una acumulación de habilidades aprendidas y habilidades reforzadas, impulsadas por la interacción entre genes y el medio ambiente durante la infancia y la adolescencia.

En éste mismo sentido, un niño que no es estimulado en un ambiente que enriquezca su acervo motor que le permita participar regularmente y de manera variada en actividades físico - deportivas (que mejoran la fuerza muscular y la motricidad fundamental) no puede adquirir la destreza física y confianza necesaria para estar físicamente activo

Recomendaciones generales de actividad física para niños en edad escolar (es decir, al menos 60 minutos diarios de actividad física, principalmente de intensidad moderada o vigorosa) son demasiado genéricos para los niños y adolescentes que requieren una mayor necesidad de desarrollar habilidades motoras fundamentales y mejorar la fuerza muscular (Myers et al 2011). El principio de adaptación afirma que el cuerpo humano se adapta específicamente a las demandas impuestas, por lo tanto recomendaciones generales de actividad física pueden no mejorar la aptitud muscular o el rendimiento de las habilidades motoras a un nivel necesario para preparar mejor a los jóvenes para su vida deportiva. Además, en los jóvenes sedentarios, ejercicios prolongados y continuos de carácter aeróbico pueden resultarles aburridos o incómodos, y por lo tanto no conseguir la adherencia necesaria para la práctica regular de actividad física y deporte. Contrariamente, la participación en programas de acondicionamiento muscular se asociaron significativamente con programas de control de peso pediátrico (Ehrmann et al 2013).

A pesar de los conocidos beneficios relacionados con la salud del continuo entrenamiento de fuerza típicamente observado en adultos, la participación regular en

actividades motoras orientadas hacia la mejora de la aptitud muscular está asociada con mejoras significativas en las habilidades motoras y con el estado la salud en jóvenes en edad escolar (Lopes et al 2011, Edwards et al 2011).

Myer et al (2015) proponen que la programación de ejercicios sea agradable, desafiante y estimulante para la mente y el cuerpo del niño, influyendo positivamente para el ejercicio y el cumplimiento de la práctica motora, así como sus actitudes hacia el juego, deportes y estado físico durante la adolescencia. Para ello propone un abordaje integral de la actividad física a través del entrenamiento neuromuscular integrado (INT).

El entrenamiento neuromuscular integrador (INT) es un concepto modelo de entrenamiento que se define operacionalmente como un programa de entrenamiento general (por ejemplo, movimientos fundamentales) y específico (por ejemplo, ejercicios prescritos para apuntar déficit de control motor) de actividades de fuerza y acondicionamiento incluyendo entrenamiento de resistencia, ejercicios dinámicos de estabilidad, entrenamiento centrado en el núcleo, ejercicios pliométricos y entrenamiento de agilidad que deben estar diseñados específicamente para mejorar la salud y los componentes de la aptitud física relacionados con las habilidades motoras (Myer et al 2011).

El entrenamiento neuromuscular integrador generalmente se caracteriza por breves ráfagas de actividad física significativa, diseñada con el propósito de mejorar el desarrollo de habilidades motoras intercaladas con períodos regulares de descanso. La naturaleza intermitente más que continua del INT es más consistente con la forma en que los jóvenes se mueven y juegan y, por lo tanto son análogos al juego libre (Bailey et al 1995).

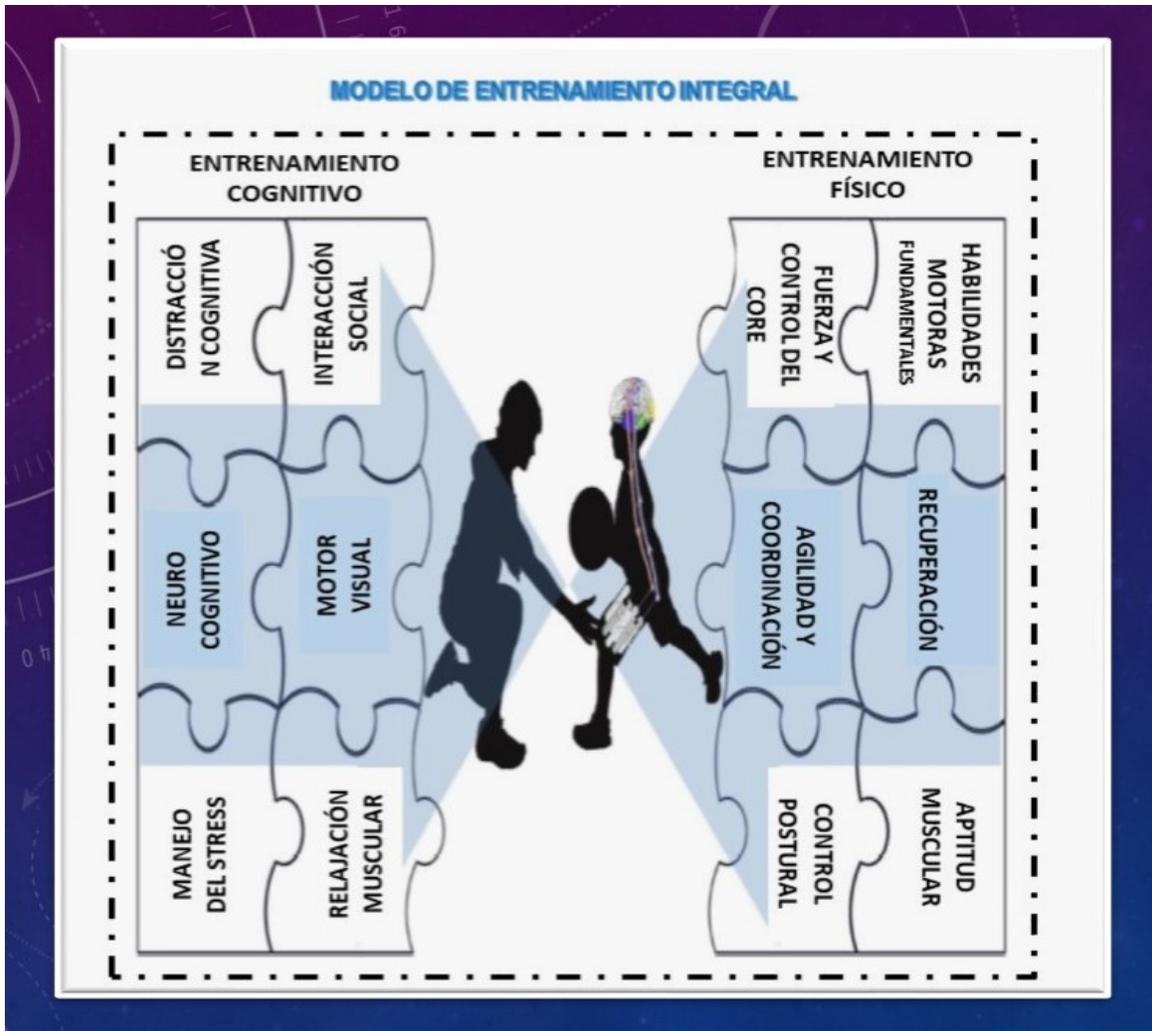


Figura N° 5. Modelo de entrenamiento integral. Adaptado de Myer et al (2015)

La piedra angular de INT es la educación e instrucción apropiada para la edad por parte de personal calificado que entienden los principios fundamentales de la ciencia del ejercicio pediátrico y el cual contempla la singularidad física y psicosocial de los niños y adolescentes. El INT está diseñado para ayudar a los jóvenes a dominar las habilidades motoras fundamentales, mejorar la mecánica del movimiento y ganar confianza en sus habilidades físicas mientras participa en un programa de actividad física, variado, progresivo y con intervalos de recuperación adecuados (Faingenbaum 2010).

En la pre adolescencia, la combinación de un alto grado de plasticidad en el desarrollo neuromuscular con adecuado timing de implementación y progresión de INT pueden permitir un fortalecimiento y desarrollo físico, mental y social, que puede contribuir

favorablemente a su condición físico – atlética en etapas posteriores de la vida (Myer et al 2011).

Cada individuo tiene un sistema dinámico interconectado, compuesto por subsistemas críticos que se desarrollan de manera diferente durante la infancia (cognitivo, sensorial, emocional, perceptivo, control) (Handford et al 1997).

La teoría del desarrollo motor clásico define la habilidad como un proceso de adquisición que vincula claramente las relaciones entre códigos neuronales y patrones de movimiento (Thelen 1995). Esto se ve en el cerebro a través de la poda sináptica. El concepto de "úselo o piérdalo" se aplica comúnmente a ajustes físicos y fisiológicos que pueden ser importantes en el desarrollo neuro cognitivo (Calabres et al 2009).

El desarrollo cerebral durante la infancia corresponde al momento en que estos subsistemas se desarrollan de manera óptima para la formulación y adquisición de habilidades (Ungerleider et al 2002). El cerebro en desarrollo elige usar y reforzar vías que se utilizan y eliminar aquellas que están subutilizadas. En el cerebro del niño, hasta el 50% de las neuronas no sobreviven a la edad adulta. Después de la maduración, en el adulto la plasticidad cortico motora y potencial para el aprendizaje de acciones dinámicas pueden verse disminuidas una vez que ciertas vías han sido establecidas y/o la mielinización ha progresado más allá de cierto punto (s) (Rogasch et al 2009; Hands 2008). Este aprendizaje disminuido se cree que generalmente ocurre a través de una combinación neuronal, axonal y poda sináptica. Entonces, el desarrollo neurológico relacionado con el crecimiento probablemente tiene un impacto de por vida en la capacidad de una persona para entrenar y aprender nuevas habilidades (Waimey et al 2006). Por lo tanto, hay una oportunidad única para desarrollar cuidadosamente programas de ejercicio bien diseñados a través del entrenamiento neuromuscular integrado para influir en el desarrollo del cerebro durante los años de crecimiento en niños y niñas (Myer et al 2015).

El entrenamiento neuromuscular integrado (INT) que se inicia durante la pre adolescencia (antes de los 10-12 años en niñas y 12-14 en niños), podría explotar los factores consolidados (físico y cognitivo) ya que contribuye al desarrollo de habilidades motoras durante la maduración, que puede mejorar el desarrollo dinámico de habilidades motoras y también reducir los factores de riesgo de lesiones (Myer et al 2011).

El entrenamiento para jóvenes puede y debe estar específicamente enfocado para mejorar el control motor gracias a las capacidades cognitivas y motoras que son altamente "plásticas" y susceptible de intervenciones apropiadas para estas edades (Myer et al 2005; Myer et al 2006).

Además, el entrenamiento integrador basado en habilidades motoras puede ser aún más importante para el desarrollo motor de jóvenes con un potencial genético disminuido (Ploughman 2008), dado que la plasticidad potencial cortico motora para el aprendizaje de acciones dinámicas puede verse disminuido o incluso perdido después de la maduración, por lo tanto las actividades que influyen en la combinación de adaptaciones en el desarrollo cognitivo y físico posiblemente deban optimizarse durante la infancia para maximizar los beneficios a lo largo de todas las edades (Rogasch et al 2009; Hands 2008). El entrenamiento especializado basado en habilidades durante la pre-adolescencia también puede influir en el desarrollo neuro cognitivo y la evolución motora ya que puede aumentar la actividad física espontánea en estas edades. Cuanta más plasticidad ha tenido el cerebro durante todas las etapas de la vida, le ayudará a retener la plasticidad a medida que envejecemos (Low et al 2006 – Waimey et al 2006).

En ausencia de suficiente adaptación neuromuscular, el crecimiento musculo esquelético durante la maduración puede influir en el desarrollo de mecanismos de movimiento anormales durante ciertas actividades. Si no se aborda temprano, estos factores de riesgo de lesiones relacionados con el desarrollo pueden continuar hasta la adolescencia y hasta la edad adulta, lo que predispone a los atletas jóvenes a mayor riesgo de una variedad de lesiones musculo esqueléticas (Myer et al 2012; Myer et al 2010).

La exposición regular al entrenamiento INT en etapas tempranas en la vida aumentará la edad de entrenamiento de los jóvenes y probablemente preparará el escenario para mayores ganancias en la aptitud muscular durante sus años post puberales; siempre que el programa de capacitación esté bien diseñado y coherente con las necesidades, objetivos y habilidades de los jóvenes. Actualmente, no hay evidencia que indique una edad mínima para participar en programas INT. Sin embargo, generalmente se acuerda que los participantes deben poder seguir las instrucciones del entrenador y poder manejarse ante las demandas de atención de un programa de entrenamiento. Un niño que se considera listo para la participación en los

deportes estructurados (alrededor de los 7 u 8 años) normalmente estaría listo para desarrollarse en un programa INT (Myer et al 2011).

Los programas INT post-pubertad deberían enfocarse principalmente en mantenimiento de las habilidades motoras básicas para asegurar que los patrones de coordinación motora aprendidos durante las fases pre puberales y puberales no se vean negativamente afectadas como resultado del crecimiento corporal. La fuerza muscular es fundamental para la ejecución exitosa de habilidades motoras con competencia, por lo tanto

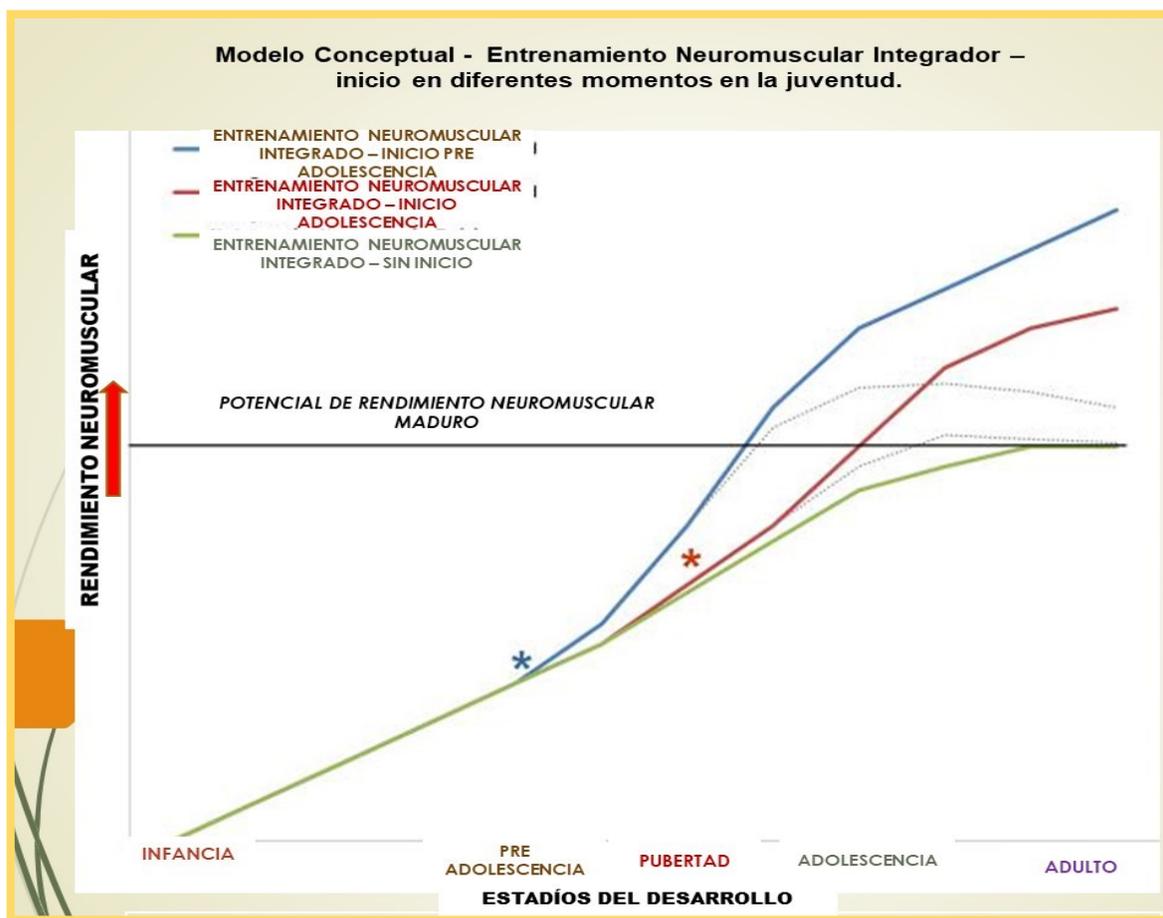


Figura N^o 6. Modelo conceptual del inicio en diferentes momentos de la juventud en el entrenamiento neuromuscular integrador. Myer et al (2011)

esta dirección del entrenamiento debería ser la base del programa INT para aprovechar las condiciones hormonales dentro del músculo asociado con ésta la etapa de desarrollo post-puberal (Lloyd et al 2012).

Durante la etapa posterior a la pubertad, debe tenerse en cuenta que la juventud adolescente también puede experimentar cambios psicosociales significativos, que pueden afectar negativamente su adherencia al ejercicio, la motivación, la autopercepción y la confianza en sí mismo. (Smith et al 2009)

Cabe señalar que la prescripción INT no debe ser determinada por la edad, sino más bien, relacionada con la edad de entrenamiento del joven atleta. Más específicamente, INT debe basarse en la experiencia de entrenamiento, el estado biológico, la competencia motora, madurez psicosocial y niveles de fuerza existentes (Lloyd et al 2012). Por lo tanto, independientemente de edad cronológica, para jóvenes post puberales que no han participado en programas INT con anterioridad debe enfocarse el entrenamiento hacia el desarrollo de habilidades motoras básicas y hacia niveles básicos de fuerza muscular.

Estilos de vida sedentarios y falta de participación en programas INT antes y alrededor del inicio de la pubertad generalmente conducirá a posturas inadecuadas, a una mecánica de movimiento deficiente y a niveles insuficientes de fuerza muscular que no alcanzarán el potencial esperado para un adulto. Los jóvenes sedentarios que tienen una baja edad de entrenamiento inicialmente necesitarán enfocarse en el desarrollo de habilidades motoras básicas de locomoción, manipulación y estabilización (Lubans et al 2010).

Tener la capacidad expresar la fuerza muscular de forma competente proporcionará la mejor oportunidad para que un niño o un adolescente tenga la seguridad y la eficacia de participar diferentes actividades físico - deportivas y permitirles tolerar las impredecibles fuerzas de impacto comúnmente experimentadas en actividades deportivas de alta intensidad. Para esas personas que desean participar en deportes organizados, competitivos, un acondicionamiento físico apropiado que incluye el fortalecimiento muscular y el desarrollo de habilidades motoras básicas ayudará a reducir el potencial de lesiones y formar la base para modos de entrenamiento complejos más avanzados como levantamiento de pesas y entrenar de manera avanzada con el método pliométrico (Myer et al 2013).

Debido a la rápida tasa de crecimiento y maduración del sistema nervioso y las capacidades sensoriales y perceptivas de los niños, es imperativo reconocer y elaborar estrategias de intervenciones de entrenamiento basadas en pautas relacionadas con la edad; en especial con la “edad de entrenamiento”. La edad de entrenamiento representa las experiencias previas de un individuo y el aprendizaje de actividades relacionadas con

determinadas tareas. Este desarrollo juega un papel importante en la capacidad del individuo para aprender nuevas tareas con la correspondiente mecánica y la técnica del movimiento (Myer et al 2013). La edad de entrenamiento puede proporcionar una construcción teórica que debería guiar al profesional en la selección de criterios de ejercicio apropiados. Si bien la edad de entrenamiento de un niño es particularmente importante, las consideraciones sobre el desarrollo cognitivo pueden ser el determinante clave de la capacidad del niño para realizar patrones de movimiento simples y complejos de manera intensa y con confianza. Puede ser que las interacciones cognitivo-perceptivas-motoras de un niño que son necesarias para realizar movimientos complejos sean el principal determinante de cómo iniciar la programación individualizada del entrenamiento neuromuscular integrador. La edad cognitiva comprende la capacidad acumulativa de un individuo para ejecutar tareas mentales de diferente complejidad, que requiere una combinación de atención, estado de alerta, memoria, comprensión, aplicación, juicio y habilidades para resolver problemas (Olsen et al 2004; Dixon et al 2006).

Basado en las fases de aprendizaje motor de Bernstein, la adquisición de habilidades en el deporte requiere aprendizaje y adaptación que abarca tres niveles: coordinación, control y competencia (Latash citado en Myer et al 2013).

En este contexto, la coordinación surge cuando un niño aprende a explotar las muchas relaciones disponibles entre las propiedades neuro-anatómicas y neuromusculares de su cuerpo y la física del entorno dentro del cual se mueve. El control surge a través del manejo y optimización, de las restricciones a través de contribuciones de los sistemas vestibular, visual y propioceptivo que sirven para vincular los grados de libertad de los sistemas para formar unidades de control funcionalmente ensambladas. La adquisición de movimiento especializado es una transición hacia la exploración de los sistemas de control motor y el control de esos sistemas. Una vez que se establece la coordinación de los diversos segmentos del cuerpo, se perfeccionan con el tiempo mediante un entrenamiento progresivo. Durante el aprendizaje temprano, los movimientos se ven limitados debido a la tendencia del niño a congelar o limitar los diversos grados de libertad, y el resultado es la ineficiencia del movimiento. A medida que aumenta el nivel de habilidad del niño, los grados de libertad se liberan gradualmente durante la etapa intermedia de aprendizaje. Es aquí donde los sistemas de retroalimentación (ya sea aumentados visual / táctil o en tiempo real a través de la

biofeedback verbal) que asocian la cinemática del movimiento y la cinética beneficiarán probablemente al niño y permitirán un mayor desarrollo avanzado de la habilidad deseada (Stroube et al 2013, Myer et al 2013).

9. ADAPTACIONES Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA APTITUD MUSCULAR.

La fuerza muscular es un componente multidimensional de la condición física que está influido por una combinación de factores musculares, neurales y biomecánicos (Lloyd et al 2014).

Las evaluaciones de fuerza muscular en niños y adolescentes indican que la fuerza aumenta de manera relativamente lineal a lo largo de la niñez en ambos sexos. Conforme los niños alcanzan el inicio de la pubertad, atraviesan un período de crecimiento rápido que viene acompañado por aparentes mejoras no lineales de fuerza muscular (Parker et al 1990). Durante este período, comienzan a surgir diferencias en la fuerza muscular entre los sexos, donde los niños muestran incrementos acelerados fruto del pico de velocidad de crecimiento y las niñas se desarrollan de una manera más lineal (Beunen et al 2008).

Los mecanismos mediante los cuales se logran las ganancias de fuerza en estos grupos etarios son distintos de acuerdo a la maduración de cada uno de ellos. Existe un amplio consenso en que las ganancias de fuerza en la edad prepuberal, se logra a través de los mecanismos neurológicos de la contracción muscular, con escasos cambios en los mecanismos estructurales como es el incremento del área transversal del músculo (Serrano Sánchez et al 2002, Weltam et al 1986, Faigenbaum 2000, Ozmun et al 1994, Ramsay 1990 et al Behm et al 2008, Malina 2006). No obstante la posibilidad de hipertrofia en niños prepuberales debida al entrenamiento es discutida. Como la mayoría de los estudios experimentales son a corto plazo (8-12 semanas) quizá ese margen de tiempo no sea suficiente para que los niños prepuberales consigan incrementar el grosor muscular y las mejoras de la fuerza se deban a otros mecanismos que no han sido establecidos con absoluta certeza (Blimkie 1992). En un meta análisis, Behringer (2011) observaron una correlación significativa entre los efectos del entrenamiento y la duración de la intervención. Es por eso que argumentaron que las duraciones cortas del estudio pueden ser insuficientes para inducir cambios significativos en la morfología muscular de los niños.

Si bien se ha alcanzado un consenso en la escasa o nula contribución del área transversal del músculo en niños prepuberales, esto es , que no existen efectos hipertróficos consistentes al menos en el plazo de 8 a 12 semanas, los posibles factores que son

inherentemente responsables de los aumentos en la fuerza durante la niñez parecen relacionarse con la maduración del sistema nervioso central (Granacher et al 2011) tales como un mayor reclutamiento de unidades motoras, un incremento en la frecuencia de estimulación, una mejor sincronización de unidades motoras y un incremento de mielinización neuronal (Kraemer et al 1989, Ramsay et al 1990, Sale et al 1989).

Con el acontecer de la pubertad se produce un aumento natural de los niveles de hormonas sexuales que incrementan la actividad anabólica de los músculos. Las ganancias de fuerza debidas al entrenamiento en estas edades se logran fundamentalmente por un efecto hipertrófico del área transversal, mucho más acentuado en el género masculino que en el femenino. Esto también explica, en parte, que a partir de la pubertad empiecen a ser más evidentes las diferencias de fuerza en valores absolutos entre sexos, a favor de los varones. (Beunen et al 2008, Faigenbaum et al 2013, Lloyd et al 2012).

Los incrementos de fuerza durante la adolescencia continúan mejorando a partir del desarrollo neural, pero los cambios estructurales y arquitectónicos que resultan del aumento de las concentraciones de hormonas, incluyendo la testosterona, la hormona del crecimiento y del factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) que desempeñan un papel significativo, especialmente en varones (Malina et al 2004). Los efectos hipertróficos del entrenamiento de fuerza resultan en mayores ganancias de fuerza absoluta en los adolescentes en comparación con los niños. Sin embargo, las ganancias relativas de fuerza parecen ser similares entre niños, adolescentes y adultos. Posteriores aumentos del área de sección transversal del músculo, el ángulo de peneación y la continua diferenciación de las unidades motoras permitirán que los adolescentes puedan expresar mayores niveles de fuerza, y explicar en parte las diferencias en relación a la edad entre niños, adolescentes y adultos (Tonson et al 2008).

El número de fibras musculares que un individuo poseerá viene determinado por la miogénesis prenatal y por lo tanto hay que indicar que los aumentos postnatales en el área de sección transversal del músculo se rigen en gran medida por el aumento del tamaño de la fibra muscular y no por el aumento del número de fibras musculares (Yan et al 2012, Brameld et al 2000).

Debido a la naturaleza altamente individualizada del crecimiento y la maduración, niños y adolescentes de la misma edad cronológica pueden variar notablemente en su estado

biológico (hasta 4-5 años), y en consecuencia, la edad cronológica se considera como un indicador débil del estado de maduración (Beunen 1993).

Conocer la variación potencial en edad biológica entre los niños de la misma edad cronológica es un principio clave de la mayoría de los programas de desarrollo físico a largo plazo con el fin de asegurar que los jóvenes sean entrenados de acuerdo a su condición biológica, en contraposición a las clasificaciones por grupos de edad. Además de la edad cronológica y edad biológica, aquellos que sean responsables del diseño y ejecución de los programas de entrenamiento de fuerza en jóvenes deben tener en cuenta los años de entrenamiento de los jóvenes (Lloyd et al 2012).

Tabla N° 5. Efectos del entrenamiento de la fuerza en edades Infanto-juveniles.

	Fase de entrenamiento		Fase de desentrenamiento	
	Preadolescentes	Adolescentes	Preadolescentes	Adolescentes
Fza. Máx. Absoluta	↑ ***	< ***	↓ ***	< *
Fza. relativa	↑ ***	> **	↓ ***	< *
Hipertrofia	↔ ** ↑ *	< **	↔ ↑ *	↔ ↓ *
Activación neural	↑ ***	> **	↓ *	=
Coordina. motora	↑ *	> *	↓ *	> *

*** Confirmado
 ** Muy probable
 * Probable

González-Badillo et al (2002)

De los ocho hasta los doce-trece años se observa un incremento leve pero lineal del desarrollo de la fuerza, que ya se presenta muy diferente del observado en la infancia. De hecho, las capacidades de fuerza explosiva, representadas por el salto con contramovimiento, muestran un incremento constante y lineal aunque poco acentuado, desde los cuatro hasta los ocho años. Desde este período hasta los doce-trece años los incrementos del rendimiento de fuerza explosiva son más marcados. Con el inicio de la fase puberal se encuentran cambios

excepcionales en todas las manifestaciones de la fuerza (Bosco 2000). Estas variaciones reflejan las drásticas modificaciones hormonales que sobrevienen en el período puberal. Estas modificaciones influyen enormemente en las respuestas biológicas, que se adaptan a la intensificación de los fenómenos inducida por los fuertes impulsos hormonales. Particularmente, se comprueba una aceleración del crecimiento y la caracterización sexual determinadas respectivamente por las hormonas del crecimiento, las somatomedinas y por las hormonas gonadales (testosterona en los hombres y estrógenos en las mujeres). Los efectos fisiológicos inducidos por el accionar sincrónico de la hormona del crecimiento (GH) y por las somatomedinas inducen un desarrollo drástico del *turn-over proteico* (Bosco 2000).

Las hormonas gonadales y en particular la testosterona (T) además de diferenciar las características físicas de los dos sexos, influyen sobre el sistema biológico relacionado con el desarrollo de la fuerza en todas sus manifestaciones. Es preciso recordar que, hasta cerca de los 8-10 años de edad, la cantidad sérica de esta hormona no es muy diferente entre los dos sexos. Es precisamente en la fase puberal cuando se verifica un drástico incremento de T en los hombres, determinando una fuerte caracterización del sexo. Este fenómeno coincide con el drástico incremento de la fuerza explosiva que en el período puberal alcanza su máximo desarrollo. La sincronía de ambos hechos no parece ser casual, al contrario, estudios realizados por Bosco (2000), han demostrado una fortísima relación entre las expresiones de fuerza explosiva y la concentración sérica de T.

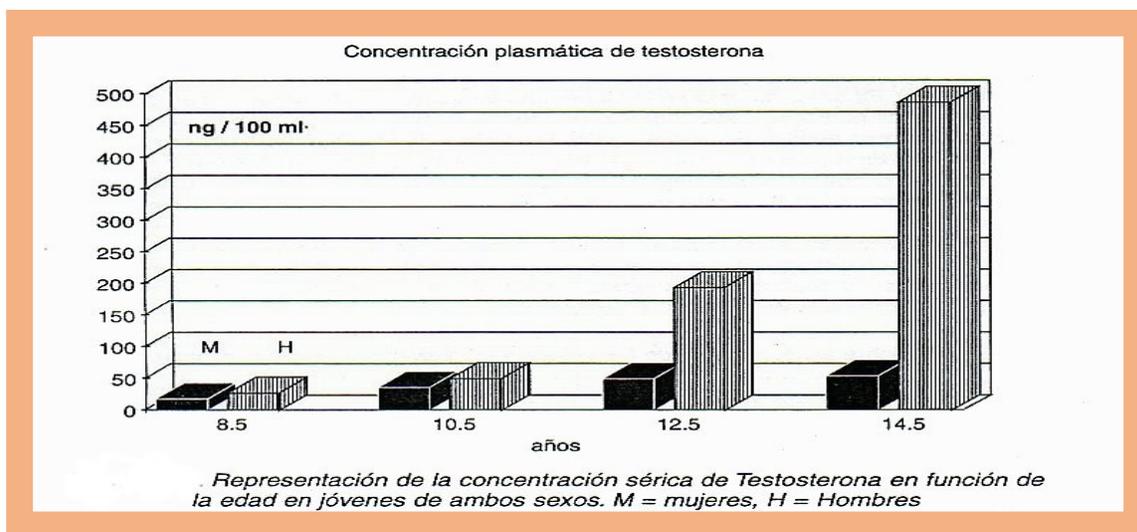


Figura N° 7. Concentración plasmática de testosterona en jóvenes. Bosco (2000)

Bosco (2000) a partir de sus estudios indica que la testosterona favorece la fenotipización de las fibras rápidas dirigiéndolas hacia un proceso glucolítico más marcado. Si su concentración es elevada, está más correlacionada con la fuerza explosiva y con la velocidad de carrera que con la fuerza máxima. Dicha hormona favorecería los procesos neurales, potenciando el efecto de la acción de la acetilcolina, que favorece a su vez la comunicación entre las distintas estructuras nerviosas y la conexión entre el nervio motor (alfamotoneurona) y el músculo esquelético. Favorecería el funcionamiento de la bomba Ca^{++} que determina la formación de los puentes de actinmiosina regulando el número de los puentes cruzados y la magnitud de la tensión desarrollada por cada uno. El fenómeno se intensificaría mientras duren los efectos inducidos por la fatiga. Además favorecería la regeneración y la recuperación de las estructuras musculares lesionadas por trabajo mecánico.

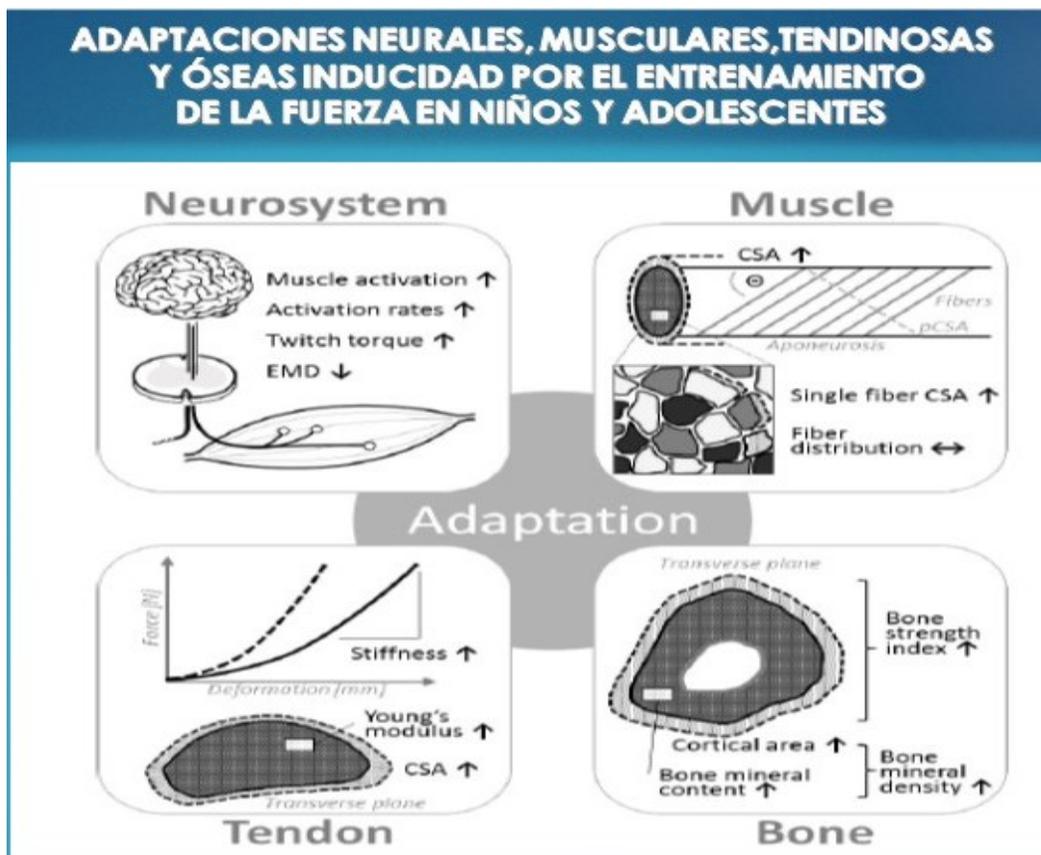


Figura N° 8. Adaptaciones neurales, musculares, tendinosas y óseas inducidas por el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes. Legerlotz et al (2016)

10. ENTRENAMIENTO DE LA APTITUD MUSCULAR Y PREVENCIÓN DE LESIONES EN EDADES INFANTO JUVENILES

Uno de los argumentos más utilizados para oponerse al entrenamiento de niños y adolescentes en programas fuerza es el que afirma que dichos programas podrían acarrear lesiones en los platos epifisarios o en el cartílago de crecimiento. La opinión de expertos en el campo de las ciencias del ejercicio respalda la creencia que el entrenamiento de la fuerza antes del cierre epifisario no es inherentemente dañino (Milone et al 2013). Los estudios prospectivos que han proporcionado supervisión y orientación efectiva no han demostrado una mayor incidencia de lesión de la fisis en niños que practicaban levantamiento de pesas (Faingenbaum 1999). La plausibilidad biológica que sostenía el peligro de lesión epifisaria durante el entrenamiento de fuerza en jóvenes se fundamentaba en que la estructura del cartílago de crecimiento es menos resistente a las cargas que el hueso y por tanto posee un mayor riesgo de lesión especialmente por micro traumas repetidos. No obstante, desde la National Strength and Conditioning Research (Faingenbaum et al. 2009) y de diferentes investigaciones (Falk et al 2003; Faingenbaum et al 2010) se indica claramente que no existen evidencias científicas que avalen dicho riesgo y que no existe ningún reporte el cual indique que se hayan producido fracturas en las placas óseas de crecimiento durante programas que hayan sido completamente supervisados y apropiadamente elaborados por profesionales calificados para dicho fin (Faingenbaum et al 1993, Blimkie et al 1993). De hecho, se sabe que en las primeras etapas de la vida resulta crucial obtener niveles elevados de densidad mineral ósea y que la participación regular en entrenamientos de fuerza resulta esencial para un desarrollo adecuado del esqueleto del niño (Ki Min et al 2019). Dentro de la comunidad científica relacionada a las ciencias del ejercicio, interesantemente algunos profesionales de la salud creen que el riesgo de lesión en dichas placas de crecimiento en pre púberes es en realidad menor que el riesgo que pueden tener los niños de más edad debido a que las placas óseas de crecimiento de los niños de menor edad pueden ser más fuertes y más resistentes a las fuerzas de corte (O'Neill et al 2006). Si bien existen algunos reportes de lesiones en adolescentes luego de realizar entrenamientos de sobrecarga, todas estas lesiones se produjeron en marcos hogareños, en los cuales los niños no contaban con ninguna supervisión (President's Council on Physical Fitness and Sports, 2003).

Dentro de los reportes que existen en la población infanto-juvenil, la gran mayoría atribuyen las lesiones en estos grupos directamente a la participación de los mismos en actividades deportivas, las cuales conllevan un riesgo inherente de lesión (Serrano Sánchez et al 2002, O'Neill et al 2006). También muchas de las lesiones se atribuyen a los entrenamientos intensivos repetitivos los cuales ocasionan micro traumatismos y los cuales enfatizan mucho en acciones unilaterales reiteradas provocando descompensaciones músculo tendinosas, disminución de la movilidad-flexibilidad y alteraciones en la estabilidad, que acarrearán un sobreuso en las diferentes estructuras anatómicas produciendo distintos tipos de lesiones (Serrano Sánchez et al 2002, O'Neill et al 2006). Otro factor que influye en el número de lesiones ocasionadas en el deporte infanto juvenil, es la mala preparación pre-participativa de los jóvenes atletas, los cuales comienzan una actividad físico deportiva intensa, inadecuadamente preparados en su aptitud muscular para tales exigencias, a lo cual hay que sumarle factores tales como errores en el entrenamiento, desalineación anatómica, calzado, superficie de juego, estado nutricional, estados asociados a enfermedad y crecimiento (O'Neill et al 2006)

Los factores de riesgo que contribuyen a las lesiones por uso excesivo se han clasificado como intrínsecos o extrínsecos (Di Fiori 1999). Entre los factores intrínsecos se puede nombrar: el crecimiento (susceptibilidad del cartílago de crecimiento al estrés repetitivo, falta de flexibilidad, desequilibrio muscular), lesiones previas, acondicionamiento inadecuado, mala alineación anatómica, disfunción menstrual, factores psicológicos (nivel de madurez, autoestima). Entre los factores extrínsecos se destacan: el progreso apresurado del entrenamiento y / o poco descanso, equipo / calzado inadecuado, técnica incorrecta, superficies desiguales o presión psicológica por parte de los adultos.

Dos factores relacionados con el crecimiento son particularmente importantes. Primero está la susceptibilidad del cartílago de crecimiento al estrés repetitivo. El cartílago articular parece más vulnerable a las lesiones en el tobillo, la rodilla y el codo. (Di Fiori 1999). Las lesiones apofisarias, se atribuyen comúnmente al uso excesivo. Son el resultado de micro traumatismos inducidos por tracción en la unión entre el tendón y el hueso. Los factores contribuyentes incluyen la debilidad del cartílago de crecimiento en relación con el tendón, la poca flexibilidad y el aumento de la tracción durante el crecimiento acelerado del adolescente (Di Fiori 1999). El segundo factor relacionado con el crecimiento que contribuye

a las lesiones es el cambio rápido en las longitudes relativas de los huesos largos y sus uniones adyacentes tendón-músculo. La rigidez articular puede desarrollarse cuando los huesos se alargan más rápido que las unidades tendino-musculares, produciendo falta de flexibilidad y desequilibrios musculares dinámicos. El desequilibrio también puede aumentar la tracción en las apófisis y el estrés en la superficie de la articulación. Los factores de riesgo intrínsecos por uso excesivo a menudo tienen antecedentes de lesiones previas, lo que puede indicar errores repetidos en el entrenamiento o la técnica, una lesión inadecuadamente rehabilitada o una causa no abordada de la lesión original. La disfunción menstrual, a menudo asociada con una disminución en la densidad mineral ósea, parece aumentar el riesgo de fracturas por estrés en algunas atletas (Drinkwater et al 1984, Myburgh et al 1990).

En el mismo sentido, las anomalías de alineación se han asociado con lesiones por sobreuso. Estos incluyen pie plano, pie cavo, hiperpronación, torsión tibial, mala alineación patelofemoral, anteversión femoral y diferencia en la longitud de la pierna. Aunque es difícil de cuantificar, la laxitud ligamentosa excesiva también puede predisponer a los pacientes a una lesión por sobreuso. Los ejemplos incluyen dolor de rodilla anterior en corredores con rótula hipermóvil o dolor de hombro en nadadores con inestabilidad glenohumeral (Ilahi et al 1998).

El nivel de acondicionamiento del niño es otra consideración importante. Los niños no aptos pueden carecer de un adecuado desarrollo de habilidades propioceptivas, a su vez poseer estructuras muscular esqueléticas débiles y / o poco flexibles que pueden ser incapaces de resistir las fuerzas del entrenamiento. La preparación adecuada y las actividades apropiadas para la edad pueden ayudar a reducir las lesiones. Los factores psicológicos también deben ser considerados. Las presiones de los compañeros y los adultos a menudo juegan un papel importante, aunque es importante reconocer el nivel de madurez y autoestima del niño que influirá en la motivación y la capacidad de centrarse en el acondicionamiento y la seguridad. La presión de otros, especialmente los adultos, puede desempeñar un papel en el desarrollo de lesiones por uso excesivo. Los padres y entrenadores que promueven una intensidad excesiva o que fomentan una actitud de "sin dolor, no hay ganancia" o de "ganar a toda costa" pueden contribuir a las lesiones.

Los cambios en los componentes del programa de entrenamiento se asocian frecuentemente con lesiones por uso excesivo. Aunque las variaciones en la frecuencia,

intensidad y duración del entrenamiento son necesarias para mejorar el rendimiento, la intensificación de alguna de estas variables puede acarrear un proceso lesivo. A menudo se pasa por alto otro elemento importante del entrenamiento que es el descanso. La progresión gradual del entrenamiento acompañada de períodos de recuperación programados a menudo es bien tolerada por los atletas jóvenes. Los aumentos bruscos en cualquier faceta del entrenamiento y / o intervalos de descanso inadecuados, a menudo conducen a lesiones por uso excesivo. Cuando la actividad repetitiva fatiga una estructura específica como el tendón o el hueso, con una recuperación suficiente, el tejido se adapta a la demanda y puede sufrir una carga adicional sin lesiones. Sin una recuperación adecuada, el micro trauma desarrolla y estimula la respuesta inflamatoria del cuerpo, provocando la liberación de sustancias vasoactivas, células inflamatorias y enzimas que dañan el tejido local (Herring et al 1987). El micro trauma acumulativo de una mayor actividad repetitiva finalmente causa lesiones clínicas. En casos crónicos o recurrentes, la carga continua produce cambios degenerativos que conducen a debilidad, pérdida de flexibilidad y dolor crónico. Por lo tanto, en las lesiones por uso excesivo, el problema a menudo no es la inflamación aguda del tejido, sino la degeneración crónica (Nirschl et al 1992). Los cambios en el equipo deportivo también pueden provocar lesiones, por ejemplo el calzado inadecuado puede alterar la mecánica de caminar pudiéndose desarrollar problemas en las extremidades inferiores debido a esta alteración. La mala técnica también puede producir lesiones. En el tenis, por ejemplo, flexionar la muñeca al golpear la pelota durante el golpe de revés suele causar epicondilitis lateral. La instrucción en la técnica adecuada ayuda a tratar y prevenir el uso excesivo de lesiones. Finalmente, los cambios en las superficies de entrenamiento (inclinadas, irregulares o duras) también pueden desencadenar un proceso lesivo.

Zaricznyj (1980) (citado por Faingenbaum et al 2018), en su estudio observaron que sólo un 0,7% del total de 1576 lesiones fueron atribuibles al entrenamiento de fuerza, mientras que el fútbol americano supuso un 19%, el baloncesto un 15% y el fútbol un 2% de las lesiones totales. Una posible explicación podría ser el hecho que durante las actividades deportivas los niños pueden recibir fuerzas reactivas de entre 5 y 7 veces su peso corporal y a que en muchas ocasiones no están controladas (Lloyd et al 2014).

En cuando a la zona corporal susceptible de lesión, cabría destacar que la espalda es la que más incidencia lesiva presenta con un 12% de las lesiones registradas en niños de entre

8 y 13 años (Myer et al 2009). Sería recomendable prestar atención a esta situación ya que un nivel insuficiente de fuerza y resistencia muscular junto a una inestabilidad del tronco pueden incrementar el riesgo de lesión en la espalda (Andersen et al 2006). Por lo tanto, es importante incluir ejercicios para la mejora de la estabilidad y el control lumbo-pélvico, así como también escapulo-humeral en los programas de entrenamiento de fuerza. (Faingenbaum et al 2018)

Allen et al (2014) constataron que el entrenamiento mediante 10 ejercicios de core dinámicos realizados durante 30 segundos (5 minutos en total) una vez por semana durante 6 semanas logró incrementar la resistencia muscular en 86 niñas y 78 niños (11.5 ± 2.5 años). Los autores sugieren que dichas mejoras pueden significar una reducción del riesgo de padecer dolor y/o lesión en la región lumbar. Cualquier ejercicio o actividad puede aportar beneficios y llevar implícito un riesgo, todo ello inherente a la propia práctica.

Barengo (2014) realizó una revisión sobre el impacto del entrenamiento del programa FIFA +11 en la prevención de lesiones en jugadores de fútbol. FIFA 11+ es un programa de prevención de lesiones deportivas simple y fácil de implementar que comprende un calentamiento de 10 ejercicios de acondicionamiento. El programa de ejercicio completado como parte del calentamiento puede disminuir la incidencia de lesiones en jóvenes jugadores. El programa incluye ejercicios que se centran en la estabilización del núcleo, entrenamiento excéntrico de los músculos del muslo, entrenamiento propioceptivo, estabilización dinámica y ejercicios pliométricos realizados con una buena alineación postural. En general, se han observado reducciones considerables en el número de jugadores lesionados, que oscilan entre 30% y 70%, entre los equipos que implementaron FIFA 11+. Además, los jugadores con un alto cumplimiento del programa FIFA 11+ tuvieron una reducción estimada del riesgo de todas las lesiones en un 35% y mostraron mejoras significativas en los componentes del rendimiento neuromuscular y motor al participar en sesiones de calentamiento estructuradas al menos 1.5 veces / semana. La mayoría de los estudios tuvieron una alta calidad metodológica y un bajo riesgo de sesgo. Varios de estos resultados son relevantes para el rendimiento dentro del juego, pero las adaptaciones específicas también pueden contribuir a la reducción de la incidencia de lesiones observada en otros estudios de FIFA 11+. Específicamente, hay evidencia que sugiere que las mejoras en las medidas de equilibrio dinámico o propiocepción, estabilidad del núcleo, fuerza de los isquiotibiales excéntricos y

concéntricos (Nakase et al 2013, Daneshjoo et al 2012) son adaptaciones asociadas con un menor riesgo de lesiones, como la ruptura del ligamento cruzado anterior y la distensión de los isquiotibiales (Mendiguchia et al 2012).

La eficacia de FIFA 11+ para disminuir las lesiones de las extremidades inferiores coincide con los hallazgos en otros programas de prevención que se ofrecen como calentamiento. En un ensayo aleatorizado entre 4.564 jugadores suecos de 12 a 17 años, Waldén et al. (2012) informaron que un programa de calentamiento neuromuscular compuesto por 6 ejercicios de acondicionamiento de la parte inferior del cuerpo, el tronco y ejercicios de aterrizaje en salto redujo significativamente la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) en jugadoras de fútbol adolescente, mientras que otros estudios aleatorizados de intervención controlada también demostró que los programas de prevención dirigidos a jugadores de fútbol pueden reducir la incidencia de lesiones

De acuerdo al ACSM, se estima que el 50 % de las lesiones ocurridas durante la práctica deportiva podrían prevenirse si se pusiese más énfasis en el desarrollo óptimos de niveles de acondicionamiento físico pre-participativo, para poder habilitar a los deportistas a tolerar las cargas a las cuales se someten con el entrenamiento y la competencia (Smith et al 1993).

Muchos autores creen que aumentando el nivel de acondicionamiento muscular, mejorando la fuerza y balanceando el desarrollo de la misma entre músculos agonistas, antagonistas y sinergistas de una misma articulación, podría disminuirse la incidencia de lesiones en estas edades durante la práctica deportiva (Legerlotz et al 2016). Los atletas que incorporan programas de fuerza correctamente planificados y supervisados en su régimen de entrenamiento han demostrado disminución de tasas de fracturas, lesiones musculotendinosas asociadas con la práctica deportiva específica y la competencia. También dichos programas de entrenamiento disminuyen las tasas de lesiones al aumentar índice de resistencia ósea (BSI) y el contenido mineral óseo, fortaleciendo los tendones y mejorando la fuerza de músculos accesorios para prevenir lesiones durante la práctica y competencia (Faingenbaum et al 2018).

Estudios prospectivos demostraron tasas de lesiones de 0.053 y 0,055 por cada 100 horas/participantes (Lillegard et al 1997, Sadres et al 2001). Incluso hay estudios que demuestran que el entrenamiento de alta intensidad, como el levantamiento de una repetición

máxima, no demuestra un riesgo significativo de lesiones. Uno estudio examinó a 96 niños haciendo un entrenamiento máximo de una repetición con máquinas de pesas y descubrió que no hubo aumento riesgo de lesiones (Faigenbaum et al 2003). Si bien dicho estudio no ha mostrado incidencia de lesión en el levantamiento de 1 RM no es una directriz aconsejable en la programación del entrenamiento de la fuerza en poblaciones infanto juveniles, más aun teniendo en cuenta que las mayores ganancias de fuerza se dan con intensidades sub máximas para estos grupos etarios (González Badillo et al 1997).

Con supervisión y capacitación efectiva, así como un programa de levantamiento diseñado adecuadamente, las tasas de lesiones son bastante bajas. De hecho, un estudio encontró que la tasa era alrededor de 0.035 lesiones por cada 100 horas participantes en programas de fuerza (Hamill et al 1994). Un estudio separado de levantadores de potencia adolescentes mostró una tasa baja de lesiones de 0.29 por 100 horas participantes, en comparación con deportes de contacto más pesados, como el rugby, que ha demostrado tener tasas de lesiones cerca de 0.800 por 100 horas/participantes, mucho mayores que los demostrados en programas de fuerza/potencia (Hamill et al 1994).

Soares et al (1996) investigó los signos de sobreuso de niños y adultos después de un entrenamiento de fuerza. Ambos grupos realizaron 5 series de press de banca a una intensidad del 80% de 1 RM hasta el agotamiento. Se midió la fuerza máxima isométrica, la percepción subjetiva del daño muscular y la actividad de la creatina kinasa, inmediatamente después del esfuerzo, a las 48 hs, a las 72 hs y una semana después del esfuerzo. Los resultados concluyeron que los adultos mostraron todos los síntomas de sobreuso muscular. La experiencia de los niños solo mostró un pequeña percepción de daño, sin que se vieran afectados los niveles de fuerza, ni de la creatina kinasa.

La incidencia de lesiones agudas y lesiones crónicas se relacionan con la aplicación de estrés repetitivo a los huesos, músculos o tendones sin el tiempo adecuado para la curación y la recuperación, el cual produce micro traumas en esas estructuras, lo que resulta en una lesión por uso excesivo. Fisiológicamente, el cartílago en crecimiento en el hueso pediátrico es vulnerable al estrés. Estas placas de crecimiento cartilaginosas y apófisis se prestan a patrones de lesiones únicos que son específicos para los niños. (Hoang et al 2012).

Hoang et al (2012) nos indica que la apofisititis es una lesión común por uso excesivo. Una apófisis es un centro de osificación secundario que da contorno al hueso y también es el

sitio de unión del tendón muscular. En un niño en crecimiento, los músculos unidos a estas apófisis están demasiado apretados, y cuando se trabaja demasiado, se aplican fuerzas de tracción repetitivas en estos centros de crecimiento vulnerables. El resultado es irritación crónica, inflamación y micro avulsiones en la unión del cartílago óseo. Las ubicaciones comunes de la apofisitis incluyen el talón (enfermedad de Sever), el codo (codo de liga pequeña) y la rodilla (enfermedad de OsgoodSchlatter). Las lesiones por uso excesivo de la fisis y la epífisis también son comunes en los niños, particularmente en el atleta con técnicas deportivas por encima de la cabeza (overhead) o en las gimnastas. El estrés repetitivo y el micro trauma también pueden conducir a una lesión excesiva del tendón (tendinitis), que es otro subconjunto importante de lesiones por uso excesivo en niños. Algunas de las tendinitis más comunes en niños incluyen la tendinitis rotuliana y la tendinitis de la banda iliotibial (síndrome IT), aunque la tendinitis del pie y el tobillo y la tendinitis del hombro (manguito rotador) también pueden ocurrir en atletas jóvenes. Finalmente, las fracturas por estrés son otro ejemplo de una lesión por uso excesivo. Las fuerzas repetitivas de compresión o tracción debilitan el hueso a través de un continuo de edema de médula ósea sin una línea de fractura visible (reacción de estrés) y pueden conducir a una fractura completa (fractura por estrés).

Datos de estudios indican que del 30% al 50% de todas las lesiones deportivas pediátricas se deben al uso excesivo o sobreuso (Dalton 1992). En un estudio (Watkins et al 1996) de niños (de 5 a 17 años) que se presentaron en una clínica de lesiones deportivas, el 49.5% de las 394 lesiones deportivas se clasificaron como de uso excesivo, y los niños y niñas mostraron una frecuencia similar. Sin embargo, el porcentaje relativo de lesiones por uso excesivo varía según el deporte. En un estudio de 2 años (Baxter Jones et al 1993) de 453 jóvenes atletas de élite, el 60% de las lesiones de los nadadores se debieron a sobreuso, en comparación con el 15% de las lesiones de los futbolistas. Los atletas que tuvieron lesiones por sobreuso perdieron un 54% más de tiempo de entrenamiento y competencia que aquellos que tuvieron lesiones agudas.

Los niños y adolescentes difieren de los adultos en los patrones de lesión. Estos patrones son determinados por las diferencias fundamentales en la anatomía, fisiología y biomecánica esquelética. Por ejemplo, el hueso del niño es más poroso que el del adulto y, por lo tanto, tolera menos la compresión y la tensión. El cartílago de crecimiento del niño puede tener pequeños grados de desplazamiento sin ruptura; esto puede servir para aminorar

la fuerza a través de la articulación. En el pre-adolescente este cartílago es más resistente al estrés de rotación, que en el adolescente. En los adolescentes, las avulsiones de ligamentos en las lesiones físicas pueden ocurrir a partir de fuerzas que, usualmente, producen lesiones ligamentosas en el adulto. Esto se debe a la relativa debilidad del cartílago epifisario, en comparación con los ligamentos en esta etapa del desarrollo. Finalmente, el hueso de los niños tiene un mayor potencial de remodelación luego de una lesión, debido a que tienen un periostio más grueso y un potencial de crecimiento que aún no se ha completado (Warner et al 2006).

El Comité Olímpico (COI) y la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento (NSCA), apoyan firmemente la participación regular en el entrenamiento de fuerza como un medio para reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el deporte y mejorar la alfabetización física entre los jóvenes (Zwolski et al 2017). Como resultado de la disminución de los niveles de alfabetización física, los jóvenes en todo el espectro del nivel de actividad tienen un mayor riesgo de lo que se consideran lesiones prevenibles (Clark et al 2011). Un meta análisis reciente de atletas de niños y adolescentes indica que el entrenamiento de resistencia reduce las lesiones relacionadas con el deporte, tanto el uso excesivo como agudo, hasta en un 66%. (Lauersen et al 2014).

Uno de los factores principales en el incremento en la frecuencia de estas lesiones por sobreuso en el adolescente, es la especialización deportiva temprana (O'Neill 2006), la cual puede definirse como "entrenamiento intensivo durante todo el año en un solo deporte, con exclusión de otros deportes" (Jayanthi et al 2013). Estos atletas eligen su deporte particular siendo muy jóvenes y, en lugar de participar en varios deportes en forma recreativa, entrenan exclusivamente en una o quizás dos disciplinas deportivas. Tales entrenamientos llevan a los deportistas a micro traumatismos reiterados, particulares de ese deporte, y es este el principal factor etiológico de las lesiones por sobreuso (O'Neill 2006).

Se ha demostrado que el alto volumen de entrenamiento conlleva sus propios riesgos de lesiones, y que el aumento de la exposición tiene una relación lineal con el riesgo de lesiones. Exceder las 16 horas por semana de participación deportiva total, independientemente del número de deportes, parece tener el mayor riesgo (Jayanthi et al 2011) Por ejemplo, los lanzadores adolescentes de béisbol corren un riesgo significativo (4-36 veces) de sufrir una lesión debido al uso excesivo y la fatiga. (Olsen et al 2006).

Las demandas competitivas también son típicamente más altas para un atleta especializado dada la presión para un desempeño exitoso durante los juegos, partidos, encuentros o torneos. En la mayoría de los deportes, se espera que el riesgo de lesiones sea mayor durante la competencia en comparación con el entrenamiento. Si bien la intensa participación en un solo deporte se ha relacionado con un aumento en las lesiones por uso excesivo, una cantidad insuficiente de actividad física y la preparación inadecuada para la participación deportiva da como resultado lesiones relacionadas con el deporte y la actividad física en niños y adolescentes (Zwolski et al 2017, Smith et al 1993).

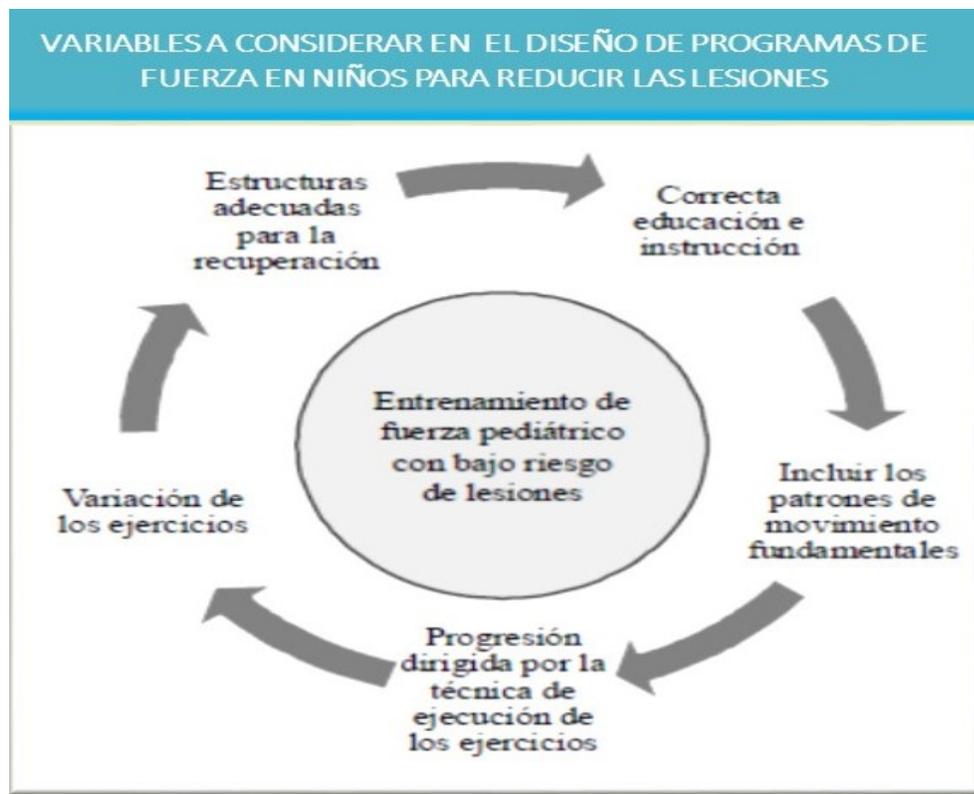


Figura N° 9. Variables a considerar en el diseño de programas de fuerza en niños para reducir lesiones. Chulvi-Medrano et al (2018)

Independientemente del nivel de actividad, las chicas jóvenes son especialmente propensas de algunos tipos de lesiones que difieren de sus contrapartes masculinas debido a factores biomecánicos, anatómicos y hormonales (Hilibrand et al 2015). Numerosos

informes han demostrado que la pubertad tiene un impacto más significativo en el desarrollo neuromuscular de las niñas, lo que resulta en el incremento de mecanismos articulares de riesgo y mayor predisposición de lesiones (Ford et al 2010, Hewett et al 2004). Las niñas que acudieron a un centro médico pediátrico sufrieron lesiones por uso excesivo en mayor proporción que los niños (63% frente a 40%, respectivamente) (Stracciolini et al 2015).

Además de los trastornos patelofemorales y fracturas por estrés en las extremidades inferiores que son frecuentemente por sobreuso, se producen mayores tasas de lesiones traumáticas como las que afectan al ligamento cruzado anterior (LCA) entre las adolescentes (Prodromos et al 2007, Sutton et al 2013).

Los aumentos en la masa corporal y la altura del centro de masas en las niñas puberales no se acompañan de las mismas adaptaciones en la fuerza y la potencia que se observan en los niños, lo que coloca a las niñas en mayor riesgo de sufrir lesiones en las extremidades inferiores (Myer et al 2009). Del mismo modo, los déficits en la fuerza de las extremidades inferiores aumentan desde las etapas prepuberales a la puberal en las niñas, lo que puede predisponerlos a desarrollar estrategias de control neuromuscular deficientes durante los movimientos relacionados con el deporte (Lloyd et al 2014).

Mientras que algunos suponen que el entrenamiento de fuerza frena el crecimiento, el estrés mecánico de dicho tipo de entrenamiento puede afectar positivamente el crecimiento y la formación de hueso en la infancia. El entrenamiento de fuerza actúa sinérgicamente con aumento relacionado con el crecimiento en la masa ósea (Walters et al 2017). Los huesos son estructuras vivas que se adaptan a las necesidades ambientales en respuesta al estrés mecánico. Hay una tensión mínima efectiva en la resistencia mecánica que estimula la osteogénesis incrementando la densidad mineral ósea (DMO) (Duncan et al 2002). Las situaciones que proporcionan cargas mecánicas limitadas como volar en el espacio o descansar en la cama reducen la DMO, (LeBlanc et al 2007) pero las cargas mecánicas sostenidas aumentan la DMO (Warder et al 2005) y esto se refleja bien en el aumento de la DMO con ejercicio regular. Como en el caso de los tenistas que reportan una DMO significativamente más alta para el brazo dominante en comparación con el otro brazo, las reacciones óseas a la fuerza mecánica se producen localmente (Krahl et al 1994). Por el contrario, la DMO disminuye con la edad, lo que, a su vez, aumenta las fracturas.

La infancia y la adolescencia son los períodos ideales para el cuerpo ya que responden a las fuerzas de compresión y tracción. De hecho, los adolescentes que participan en levantamiento de pesas tienen una mayor densidad mineral ósea (DMO) que los que no lo hacen. Comparando 25 levantadores de pesas adolescentes de élite con controles de la misma edad, la DMO fue significativamente mayor en levantadores de pesas en todos los sitios, y la fuerza representó el 30-65% de la varianza en la DMO. Con un entrenamiento con cargas apropiadas y una técnica adecuada se podría maximizar el efecto protector de la resistencia entrenamiento en riesgo de lesiones (Walters et al 2017).

La estrategia más efectiva para aumentar la DMO durante el crecimiento es la actividad física de carácter vigorosa o intensa (AFV) (Gunter et al 2012). Los cambios en la DMO durante la adolescencia en particular son sensibles a la AFV y una disminución rápida en el nivel de AFV durante la adolescencia puede disminuir los niveles de pico de densidad mineral ósea (PBM), mientras que una disminución en el nivel de PBM durante la adolescencia se asocia con una mayor incidencia de osteoporosis y fracturas (Ki min et al 2019). El riesgo de fractura aumenta debido a la discrepancia entre el tamaño corporal y la resistencia ósea. Además, la velocidad máxima de altura (PHV) es un índice de crecimiento lineal de crecimiento que denota la edad cronológica a la que se alcanza el pico de altura. Entre el rango de cuatro años de PHV (-2 años y +2 años), hay una acumulación de aproximadamente el 35% de todo el contenido mineral óseo, produciéndose comúnmente el vértice de la ganancia de masa ósea uno o dos años después del PHV (Mantovani et al 2016).

11. OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA APTITUD MUSCULAR EN EDADES INFANTO JUVENILES

Hay que tener en cuenta que los objetivos del entrenamiento son las direcciones en la cuales se orientaran nuestros esfuerzos. Dichos objetivos tienen carácter multidimensional durante todo el proceso, predominando un aspecto sobre otro de acuerdo al planteo previo y los mismos son de carácter dinámico, es decir, pueden y deben modificarse de acuerdo a la etapa psico-biológica-volitiva que el niño y/o adolescente está transitando y en relación a la experiencia deportiva previa de los mismos. Los objetivos deben contextualizarse y adaptarse en función de las necesidades físico deportivas y de salud de los sujetos. A partir de las distintas investigaciones en el campo del entrenamiento de la fuerza infanto-juvenil, estos pueden ser algunos de los objetivos buscados, directa o indirectamente, a la hora de planificar el entrenamiento para la mejora de la aptitud muscular.

- Incrementar las ganancias de fuerza por encima de las que se consiguen por efecto del propio desarrollo.
- Mejorar la transmisión de fuerza en los patrones motores básicos.
- Alcanzar un equilibrio de la musculatura esquelética, a través del desarrollo de la movilidad-estabilidad del complejo de articulaciones comprometidas a tales fines.
- Reforzamiento de la estructura muscular y tendinosa, para disminuir el riesgo lesivo del aparato locomotor
- Desarrollar una composición corporal con incremento de la masa.
- Mejora del perfil cardiometabólico.
- Incrementar la densidad mineral ósea.
- Incrementar la performance deportiva a largo plazo.
- Estimular una actitud positiva hacia la adopción de un estilo de vida activo, a través de la realización de actividad física regular.
- Aprendizaje de las técnicas básicas de ejecución de los ejercicios de fuerza. Correcta comprensión y aplicación de conceptos básicos de entrenamiento.

12. RECOMENDACIONES PARA LA PROGRAMACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA APTITUD MUSCULAR EN POBLACIONES INFANTO JUVENILES.

12.1. DIRECTRICES GENERALES DEL ENTRENAMIENTO

El entrenamiento de la aptitud muscular en los jóvenes requiere una cuidadosa prescripción de tareas que consideren las necesidades, objetivos e intereses específicos de los participantes junto con su singularidad física y psicológica.

No existe una edad mínima para comenzar a participar en los programas de aptitud muscular, sin embargo para implementar programas con éxito y seguridad los niños necesitan ser lo suficientemente maduros emocionalmente para aceptar y seguir instrucciones del entrenador, además de tener desarrollados niveles adecuados de equilibrio y control postural (Lloyd et al 2014, Behringer et al 2010). Niños de 7 a 8 años, previo examen médico, deberían poder participar de manera segura en programas de aptitud muscular en donde puedan familiarizarse con las pautas básicas de los ejercicios, incluido el manejo y el almacenamiento del material de trabajo. Además se los debe alentar a una participación continua durante todo el año (Faigenbaum et al 2009) ya que las adaptaciones son reversibles cuando se produce un período de desentrenamiento. Faigenbaum et al (1996) encontró que tras un período de desentrenamiento (8-12 semanas) varias medidas de la condición física muscular regresaron a los niveles iniciales, lo que sugiere que la participación en el entrenamiento de fuerza debería ser vista como un compromiso anual y a largo plazo, con un programa bien construido, variado y periodizado.

Para poder comenzar un entrenamiento de fuerza a edades tempranas será fundamental que los adultos encargados de la supervisión de los jóvenes tengan los conocimientos y competencias suficientes para dar instrucciones precisas sobre la técnica correcta de los ejercicios de entrenamiento de fuerza (incluidos los movimientos de levantamiento olímpico), indicar el comportamiento apropiado durante los entrenamientos y poder llevar una planificación coherente y segura de acuerdo a las necesidades y posibilidades del sujeto (Lloyd et al 2014, Peña et al 2016).

Según American Academy of Pediatrics (2008) no se recomienda el levantamiento olímpico competitivo para niños o adolescentes hasta que alcancen la madurez física. Sin

embargo otros autores (Lloyd et al 2014) afirman que si el entrenamiento y la competición son supervisados adecuadamente y desarrollados con una progresión adecuada priorizando los aspectos técnicos de la disciplina, la realización de ejercicios de levantamiento olímpico puede proporcionar un estímulo seguro y eficaz para mejorar el rendimiento en la fuerza y la potencia en jóvenes en edad escolar. Los ejercicios de levantamiento han sido utilizados previamente por los investigadores pediátricos para examinar los efectos potenciales de entrenamiento de fuerza-potencia en una serie de variables fisiológicas y de rendimiento. Los datos recogidos de estos estudios indican que la incorporación de ejercicios de levantamiento olímpico en un programa de entrenamiento puede producir alteraciones positivas en la composición corporal, en la función cardiorrespiratorias y en diversos parámetros de aptitud motora (saltos y carreras de velocidad) entre los jóvenes (Byrd et al 2003). Por otra parte, la tasa de lesiones documentada en deportes como el levantamiento olímpico ha sido inferior a otras formas de entrenamiento de fuerza y a otros deportes en general (Hamill 1994).

Los profesionales cualificados deben evaluar periódicamente la disposición de los jóvenes a participar en la sesión de entrenamiento de fuerza y adaptar las mismas cuando sea necesario. Todos los programas de entrenamiento de fuerza para jóvenes deben ser coherentes con los años de entrenamiento del participante, su destreza técnica y su estado de maduración (Lloyd et al 2014). Además, se recomienda que el ratio entre entrenador/profesor y deportistas/alumnos sea relativamente baja (1:10), para que de este modo se pueda garantizar el suficiente feedback en calidad y frecuencia (American Academy of Pediatrics, 2008).

De acuerdo a diversos autores parecería que no existe una combinación óptima y única de ejercicios, series y repeticiones para inducir adaptaciones beneficiosas en la juventud (Faingbaum et al 2010). Se ha demostrado que una variedad de programas de fuerza que incluyen pesos libres, máquinas de pesas, balones medicinales, bandas elásticas y ejercicios de peso corporal proporcionan resultados beneficiosos (Faingbaum et al 2016). En consecuencia, se debe emplear una variación sistemática y coherente en la selección de ejercicios, con modificaciones controladas en las intensidades y volúmenes de las repeticiones para facilitar una participación sostenible en los programas de fuerza, reduciendo de esa manera el riesgo de lesiones por uso excesivo (Ratamess et al 2009).

En términos generales, los participantes menos experimentados debería comenzar con movimientos relativamente simples y progresar gradualmente hacia ejercicios más avanzados, haciendo hincapié en aquellos con características multiarticulares (Faigenbaum et al 2010).

Dadas las diferencias en las adaptaciones, los programas de entrenamiento de la aptitud muscular en los niños debe enfocarse principalmente en las ganancias de fuerza orientadas a la función y el control motor en lugar del aumento del tamaño muscular, que se vuelve más pronunciado durante la adolescencia. Tal enfoque requiere un énfasis en la técnica de movimiento, con una velocidad de movimiento controlada en aquellos ejercicios que no sean de características explosivas y en donde no se llegue hasta el agotamiento. Cualquier programa de ejercicios debe incluir una instancia introductoria de calentamiento y una etapa final comúnmente denominada vuelta a la calma, junto con información sobre la selección y orden de ejercicios, intensidad y volumen de la carga, velocidad del movimiento e intervalos de descanso (Drenowatz et al 2018). Para el inicio de la sesión se recomienda ejercicios dinámicos multiarticulares que involucren todo el cuerpo, haciendo énfasis en los patrones de movimientos involucrados en la sesión, que permitan elevar la temperatura corporal, activar la zona núcleo, mejorar la excitabilidad de las unidades motoras, mejorar la conciencia cinestésica y maximizar los rangos activos de movimiento. Se ha encontrado que los protocolos de calentamiento que incluyen movimientos dinámicos de intensidad moderada/alta mejoran el rendimiento de potencia en atletas jóvenes (Faigenbaum et al 2006). Al finalizar la sesión se sugieren estiramientos estáticos de las cadenas musculares involucradas (Faigenbaum et al 2010).

Del mismo modo, debe entenderse que los jóvenes con más experiencia de entrenamiento de fuerza necesitarán seguir programas de entrenamiento periodizados con una variación sistemática de la intensidad, volumen y velocidad de ejecución, para facilitar una continua adaptación, reduciendo el aburrimiento y el riesgo de lesiones por sobrecarga (Faigenbaum et al 2013, Lloyd et al 2012).

A medida que la fuerza muscular y el dominio de habilidades motoras vayan mejorando, la carga y la complejidad del programa entrenamiento prescrito deberán reflejar la experiencia de entrenamiento y las capacidades técnicas de los jóvenes. Para ello, las variables de la carga de los ejercicios que se emplean para programar los entrenamientos de

fuerza deben controlarse cuidadosamente con el propósito de salvaguardar la seguridad, la adherencia y garantizar la consecución de los objetivos propuestos en cada fase.

Es de vital importancia la individualización y adaptación contextual de los programas de entrenamiento, ya que está altamente documentado que el entrenamiento de fuerza sistemático, controlado y planificado mejora los niveles la aptitud muscular pudiendo ser transferidas al desarrollo de habilidades motoras con mejor competencia. Además en el ámbito de la salud, la mejora de la aptitud muscular está asociado al incremento de densidad mineral ósea, mejoramiento de la composición corporal en especial en sujetos con sobrepeso, mejora del perfil cardiometabólico con su correspondiente impacto en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, así como un mayor auto concepto y bienestar psicológico general (Smith et al 2009, Lloyd et al 2014, Faigenbaum et al 2010 Ortega et al 2008). Además las mejoras en la aptitud muscular no sólo se circunscriben en el ámbito de la salud sino que también se transfieren al ámbito de rendimiento deportivo generando una vasta cantidad de mejoras en esa dirección (Behringer 2010) por ejemplo en la producción de energía (Faigenbaum et al 2009), en la velocidad de la carrera (Mikkola et al 2007), en los saltos y cambios de dirección (Thomas et al 2009) y en la velocidad de sprint (Lloyd et al 2016) en otros.

El entrenamiento de fuerza adecuado puede dar lugar a un mayor nivel de aptitud muscular durante la niñez y la adolescencia (Behringer et al 2011, Behringer et al 2010, Falk et al 1996). Las ganancias en fuerza máxima han fluctuado aproximadamente desde 10% hasta el 90% (Behringer et al 2010) dependiendo de varios factores que incluyen el volumen, la intensidad, la frecuencia, la duración y el diseño del programa de entrenamiento, así como la calidad de la supervisión. Sin embargo, en general, ganancias de fuerza del 30 al 40% son esperables y se observan habitualmente en jóvenes previamente desentrenados cuando participan en un programa de introducción al entrenamiento de fuerza (8-20 semanas) (Faigenbaum et al 2009). En segundo lugar, el entrenamiento de fuerza tiene sólo un efecto menor asociado al sexo tanto en las ganancias de fuerza absoluta como relativa entre los niños pre-púberes. Sin embargo, la magnitud del efecto parece producirse en función del sexo en los grupos de mayor edad (Lillegard et al 1997).

Los programas más eficaces duran más de ocho semanas y comprenden varias series, y por lo general las ganancias de la fuerza aumentan con el incremento de la frecuencia semanal de entrenamiento (Behringer et al 2011)

Durante el pico máximo de crecimiento durante la pubertad, hay que tener en consideración que la tibia y el fémur de los jóvenes crecen a tasas relativamente rápidas en ambos sexos (Hewett et al 2004, Hewett et al 2006). El rápido crecimiento de las dos palancas más largas (tibia y fémur), al incrementar su tamaño, aumentan la altura del centro de masas, dificultando el control muscular del tronco en lo jóvenes (Hewett et al 2004, Hewett et al 2006). El fortalecimiento del núcleo y aumento del equilibrio dinámico puede ayudar a proporcionar a los atletas jóvenes un núcleo estable que estará mejor preparado para responder a las altas fuerzas generadas en las partes distales del cuerpo durante la competencia deportiva (Myer et al 2008, Holm et al 2004).

Para los jóvenes con una experiencia mínima de entrenamiento y pobre habilidad técnica asociada, se deberían emplear ejercicios que estén diseñados para promover el desarrollo de la fuerza muscular y mejoramiento de la competencia global en el desarrollo de habilidades motrices básicas. La niñez se considera un momento crucial para desarrollar dichas habilidades, ya que durante estos años de formación la coordinación neuromuscular podrá mejorarse debido a la neuroplasticidad del sistema nervioso central (Low et al 2006). Una vez que el niño puede demostrar competencia técnica adecuada, se le puede introducir en ejercicios más avanzados que desafían al niño en cuanto a la coordinación y que requieren mayores niveles y tasas de producción de fuerza (Lloyd et al 2012). Para personas sin experiencia previa de entrenamiento de fuerza, la prescripción inicial debe utilizar un volumen bajo (1-2 series) e intensidades de entrenamiento de baja a moderada ($=$ o $<$ 60% de 1RM) entre 6 y 15 repeticiones en diversos ejercicios y patrones de movimientos (Benson et al 2008^a).

Behringer et al (2011) a raíz de su meta análisis sobre el efecto del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento motor de las habilidades motrices, afirman que el «umbral mínimo» para conseguir tales efectos en niños y adolescentes está alrededor del 50% de 1 RM, aunque puntualizan que tal umbral o dosis mínima será diferente entre sujetos entrenados y desentrenados.

Cabe señalar que si los niños están realizando ejercicios completos de entrenamiento multi articular podría ser contraproducente para el desarrollo del control motor realizar muchas repeticiones. En su lugar, se recomienda que los niños realicen menos repeticiones (1-3) y que se les proporcione retroalimentación en tiempo real después de cada repetición para asegurar el desarrollo de movimiento seguro y técnicamente correcto (Lloyd et al 2012). Una vez que se domine la técnica básica del ejercicio, la prescripción puede progresar, por ejemplo, a 2-4 series de 6-12 repeticiones con intensidades menores al < 80% de 1 RM. A medida que los años de entrenamiento y la aptitud física aumenta, se puede introducir a los jóvenes en fases periódicas de entrenamiento con los rangos de repeticiones más bajos (= 6) y mayores cargas externas (>85% de 1RM), con la condición que la destreza técnica permanezca inalterable (Sander et al 2012, McGuigan et al 2009).

Tabla N° 6. Pautas para la prescripción del entrenamiento de la fuerza en jóvenes.

PAUTAS PARA LA PRESCRIPCIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN JÓVENES				
EXPERIENCIA DE ENTRENAMIENTO	PRINCIPIANTE	INTERMEDIO	EXPERIMENTADO	AVANZADO
VOLÚMEN (series / repeticiones)	1-2 x 8-12	2-4 x 6-10	2-4 x 5-8	2-5 x 2-5
NÚMERO TOTAL DE EJERCICIOS POR SESIÓN	6-10	3-6	3-6	2-5
INTENSIDAD (% 1 RM)	PESO CORPORAL O 50-70 % 1RM	60-80%	70-85%	85-100%
VELOCIDAD DE REPETICIÓN (velocidad de movimiento)	MODERADO-RÁPIDO	MODERADO-RÁPIDO	RÁPIDO - MÁXIMO	MÁXIMO
INTERVALO DE DESCANSO (minutos)	1	1-2	2-3	2-5
FRECUENCIA (sesiones por semana)	2-3	2-3	2-4	2-5
RECUPERACIÓN (horas entre sesiones)	72-48	72-48	48	48-24

Lloyd et al (2012)

Si bien cada modo de entrenamiento tiene ventajas y desventajas, es importante seleccionar ejercicios que sean apropiados para el tamaño corporal, el nivel de condición física, la experiencia de la técnica y los objetivos de entrenamiento del participante. Es deseable comenzar con ejercicios relativamente simples y progresar gradualmente hacia movimientos más avanzados a medida que mejora la confianza y la competencia. Durante los entrenamientos es aconsejable que los ejercicios multiarticulares deben realizarse antes de los ejercicios monoarticulares. Es de destacar que es deseable realizar ejercicios más complejos al inicio del entrenamiento cuando el sistema neuromuscular está menos fatigado. Por lo tanto, si un niño está aprendiendo cómo realizar un movimiento de levantamiento de pesas o un ejercicio pliométrico, este tipo de ejercicio debe realizarse temprano en la sesión de entrenamiento para que el niño pueda practicar el ejercicio sin fatiga excesiva (Lloyd et al 2012).

La condición que siempre deberá cumplirse, antes de incrementar cualquier componente de la carga será poder mantener una correcta competencia técnica, durante todas y cada una de las series y repeticiones realizadas. Por esta razón, es clave que el técnico responsable de la supervisión proporcione feedback frecuente durante la ejecución de los ejercicios más complejos.

Respecto del número de ejercicios por sesión de entrenamiento y considerando que deberá haber un reparto equilibrado para todo el cuerpo, se recomienda hacer entre 3 y 8 ejercicios por sesión según las características de los mismos, los objetivos del entrenamiento y el nivel de experiencia de acumulado. En cualquier caso, es necesario que los incrementos del volumen de entrenamiento se realicen con cuidado, con respecto a la tolerancia individual al estrés de cada niño, para evitar síntomas de sobrecarga y/o lesiones agudas (Behringer et al 2011).

Una vez se realice el número de repeticiones establecido con suficiente seguridad y calidad técnica se puede incrementar el peso aproximadamente entre el 5 y el 10% (Faigenbaum et al 2009) de forma que el incremento del peso sea siempre una consecuencia de las mejoras técnicas y de la aplicación de fuerza en el ejercicio en cuestión (Bhem 2008, Lloyd et al 2014).

Para ejercicios tradicionales multiarticulares y monoarticulares, se recomendaría hacer entre 6-15 repeticiones, mientras que para ejercicios con alta producción de potencia y

velocidad (levantamientos olímpicos y variantes, pliométricos) no se realizarían más de 6 repeticiones. En todos los casos, es recomendable no realizar el máximo número posible de repeticiones por serie, por lo que el carácter del esfuerzo será siempre bajo (González-Badillo et al 2002).

Exponer a los niños y adolescentes a intensidades excesivas a expensas de la técnica correcta puede conducir a lesiones agudas, mientras que prescribir un volumen excesivo de trabajo a lo largo de una sesión de entrenamiento puede inducir a un estado de sobreentrenamiento (Lloyd et al 2014).

En sujetos con poca o nula experiencia en programas fuerza, con poca coordinación neuromuscular y déficit en la estabilidad del núcleo, parece razonable ir progresando gradualmente de los ejercicios más simples en situaciones de mayor estabilidad externa - como los ejercicios con máquinas, hacia ejercicios relativamente inestables y más complejos - como los realizados con pesos libres o balones medicinales- para mejorar el rendimiento y reducir el aburrimiento (Bhem et al 2008, Faigenbaum 2002).

No se debe olvidar que la variedad de ejercicios, en la sesión y a lo largo del tiempo, es un elemento importante para motivar y prevenir el aburrimiento a estas edades. Al final, la propia selección del tipo de ejercicio dependerá de la competencia técnica, objetivo de entrenamiento, medidas antropométricas del niño o adolescente y de los recursos disponibles. (Faigenbaum et al 2000).

Los ejercicios seleccionados para la sesión deberán permitir una implicancia repartida y equilibrada de los principales grupos musculares del cuerpo (balance muscular agonista-antagonista). Especial atención merecerán aquellos ejercicios específicos para la musculatura estabilizadora del núcleo (Faigenbaum et al 2009, Faigenbaum et al 2002, Lloyd et al 2012, Lloyd et al 2014). Además, este tipo de ejercicios presenta similitudes mecánicas con muchos gestos deportivos que podrían favorecer el rendimiento requerido. Se debería evitar o minimizar los ejercicios que impliquen una excesiva carga o estrés compresivo y cizalla para la columna vertebral. Algunos núcleos articulares presentan una disminución del umbral de tolerancia al estrés a nivel estructural, en determinadas acciones articulares o ángulos críticos (Colado et al 2009). Esto podría suponer un serio riesgo respecto a la integridad de dichas articulaciones, caso del hombro y la columna lumbar, si los ejercicios se realizan en todo el rango articular posible. La técnica implica comprender los límites del rango de movimiento

de cada articulación y evitar las posiciones articulares que ponen en riesgo las estructuras anatómicas de la articulación (Colado et al 2009). La técnica de ejercicio es un principio básico en todos los programas de entrenamiento y no se limita al nivel de acondicionamiento físico del deportista o el tipo de programa empleado. Aplicando el ejercicio correcto, la técnica implica comprender los límites del rango de movimiento de cada articulación y evitar las posiciones articulares que ponen en riesgo las estructuras anatómicas de la articulación. El problema principal con muchos de los ejercicios contraindicados o posiciones conjuntas en un ejercicio es que las lesiones a menudo no son lesiones agudas, sino crónicas, que se manifiestan con el tiempo. Por lo tanto, la causa directa de la lesión no es evidente inmediatamente. Sin embargo, no se recomienda que los ejercicios que conllevan un mayor nivel de riesgo se eviten por completo; más bien, deben realizarse con el rango de movimiento óptimo para evitar las posiciones articulares más riesgosas. Hay variables generales que pueden influir en la magnitud del potencial de lesión de algunas de las acciones conjuntas involucradas en un ejercicio (Jones et al 2008).

Una variable es la capacidad de las estructuras anatómicas para resistir y adaptarse a la tensión como resultado de las fuerzas de tracción, compresión, cizallamiento y rotación que están expuestas a durante el entrenamiento de resistencia. Knudson (2007) indica que para minimizar el daño estructural y el rango de movimiento una articulación debe limitarse al rango necesario para realizar mejoras en el movimiento. La investigación ergonómica ha dado como resultado conclusiones que los extremos proximal y distal del rango de movimiento representan un mayor riesgo de daño (Kumar 2001). La segunda variable es el historial de lesiones de los tejidos, y la investigación respalda el uso de un rango de movimiento limitado con tejidos previamente lesionados (Escamilla 2001). Las variables finales que pueden afectar la predisposición de los tejidos a lesiones son las condiciones ambientales, como la temperatura ambiente o la hora del día (McGill 2002).

Tabla N° 7. Propuesta de dosis de entrenamiento de la fuerza para niños y adolescentes según nivel de experiencia

	Principiante (sin experiencia)	Intermedio (> 6 meses)	Avanzado (> 12 meses)
Frecuencia semanal (sesiones semanales)	2-3	2-3	2-3 (hasta 4)
Volumen (n.º ejercicios por sesión)	6-8 (hasta 10)	6-8	3-8
Volumen (n.º series por ejercicio)	1-2	2-3	3-4
Volumen (organización metodológica)	Global	Global	Global; por hemisferios
Intensidad N.º rep. por serie (carácter del esfuerzo*)	Ejer. Mono/Multiart.: 10-15 (20-25) Ejer. secuenciales: 3-6 (8-15)	Ejer. Mono/Multiart.: 6-10 (12-20) Ejer. secuenciales: 3-6 (6-12)	Ejer. Mono/Multiart.: 6-10 (10-16) Ejer. secuenciales: 1-6 (3-12)
Intensidad (Escala OMNI-RES)	3-5	4-6	5-7
Intensidad (velocidad de ejecución)	Ejer. Mono/Multiart.: baja Secuenciales: moderada	Ejer. Mono/Multiart.: moderada Secuenciales: alta	Ejer. Mono/Multiart.: alta Secuenciales: máxima
Densidad (intervalo de recuperación)	Alta ≈ 1 min	Media: 1-2 min	Media-alta; < 2-3 min (según objetivo)
Tipo de ejercicio	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Core	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Pliométricos Core	Ejer. Mono/Multiart.: Secuenciales Pliométricos Core
Metodología	Progresión vertical: circuitos generales	Progresión vertical: circuitos generales	Progresión vertical: circuitos generales y concentrados Progresión horizontal: series uniformes

Peña et al (2016)

12.2. FRECUENCIA Y PAUSAS DE ENTRENAMIENTO

Las investigaciones realizadas (Faigenbaum et al 2009) han indicado que lo más adecuado para el desarrollo de los niveles de fuerza muscular en niños y adolescentes son 2-3 sesiones por semana en días no consecutivos. Behringer et al (2010) confirmaron estas recomendaciones previas, indicando que en 42 estudios (donde la frecuencia media de

entrenamiento fue de $2,7 \pm 0,8$ sesiones por semana), la frecuencia de entrenamiento se correlacionó significativamente con un mayor efecto del entrenamiento de fuerza

Dado que los jóvenes están en crecimiento y desarrollo, los programas de entrenamiento de fuerza deben proporcionar suficiente tiempo para descansar y recuperarse. Los jóvenes que participan en los programas de entrenamiento de fuerza con una alta frecuencia de entrenamiento deben tener un seguimiento cercano. La frecuencia de entrenamiento puede aumentar a medida que los niños atraviesan la adolescencia y se aproximan a la edad adulta, especialmente para los jóvenes en el deporte competitivo (Lloyd et al 2014).

La investigación disponible indica que los niños pueden recuperarse más rápidamente de la fatiga inducida por el entrenamiento de fuerza (Faigenbaum et al 2008, Zafeiridis et al 2005) y son menos propensos a sufrir daño muscular después de este tipo de ejercicio, debido a su mayor flexibilidad en el tejido muscular (Eston et al 2003). De acuerdo a esto se indicaría que períodos de descanso de aproximadamente un minuto deberían ser suficientes para la mayoría de los niños. Sin embargo, puede ser necesario un aumento de 2 a 5 minutos conforme la intensidad del entrenamiento aumente, sobre todo si los ejercicios requieren de un alto nivel de habilidad, fuerza o potencia. Si bien los niños pueden recuperarse más rápidamente de un entrenamiento corto, intermitente y de alta intensidad que los adultos, los maestros y entrenadores deben monitorear el rendimiento del entrenamiento de fuerza dentro de la sesión para garantizar que se mantenga la técnica correcta (Faigenbaum et al 2008, Falk et al 2006).

12.3. EVALUACIÓN Y CONTROL

La relación entre el volumen y la intensidad es inversa en su naturaleza; cuanto mayor sea la carga (intensidad), menor será el número de repeticiones que se puede completar (volumen) por el individuo (Beachle et al 2008). Ambas variables deben considerarse sinérgicamente al prescribir el entrenamiento de fuerza. Con el fin de prescribir la intensidad del entrenamiento adecuada, los profesores y entrenadores suelen establecer un porcentaje de una repetición máxima (1RM) del individuo. Las investigaciones indican que la evaluación de la fuerza y potencia máxima de niños y adolescentes es segura y fiable cuando se establecen protocolos estandarizados y controlados por profesionales cualificados.

(Faigenbaum et al 2003, Faigenbaum et al 2012). Aunque las mediciones de 1RM se utilizan habitualmente en situaciones de investigación pediátrica y servicios de entrenamiento deportivo para jóvenes, debido al tiempo y al tamaño de las clases, los profesores de educación física y profesionales de acondicionamiento de jóvenes pueden beneficiarse de la utilización de medios alternativos de evaluación de la fuerza. Las ecuaciones predictivas que estiman valores de 1RM de cargas submáximas se han utilizado en las poblaciones de adultos (Kravitz et al 2003), sin embargo, estos métodos de predicción de 1RM poseen menos precisión a partir de un alto número de repeticiones, en particular cuando se superan las 10 repeticiones (Faigenbaum et al 2003).

Si se desea obtener una evaluación sobre la manifestación general de la fuerza muscular, existen medidas sencillas a obtener en el campo tales como el salto vertical, el salto de longitud y la fuerza de prensión manual que se han correlacionado significativamente con los niveles de 1RM de fuerza en jóvenes y que pueden servir como una medida alternativa adecuada de fuerza muscular, especialmente en escuelas y entornos recreativos (Nilliken et al 2008, Castro-Piñero et al 2010). Cuando los jóvenes desentrenados o sedentarios, con pocos años de entrenamiento y pobre competencia técnica se inician por primera vez en programas de entrenamiento de fuerza formales, es innecesario usar mediciones de 1RM (reales o estimadas) para determinar las intensidades de entrenamiento. Por consiguiente, un rango de repeticiones adecuado debe ser prescrito para desarrollar las habilidades técnicas y adquirir un nivel básico de adaptación, y con el tiempo la carga externa puede aumentarse siempre que la técnica de ejercicio haya mejorado lo suficiente.

Otro tipo de marcadores para controlar la intensidad del entrenamiento de la fuerza, de gran utilidad y buenos índices de validez y fiabilidad, son las escalas de esfuerzo percibido o percepción del esfuerzo (RPE) (Faigenbaum et al 2004, Robertson 2005, Eston et al 2008).

Tabla N^o 8. Percepción subjetiva del esfuerzo para niños.



Adaptado de Martin Yelling et al (2003)

Según los autores dicha escala de esfuerzo percibido es una herramienta válida para realizar ejercicios de fuerza con niños y jóvenes de ambos sexos. Peña et al (2016) sugieren utilizar este método en un rango comprendido entre 3-7 RPE al finalizar cada serie. Para aquellos sujetos sin experiencia previa cuyo objetivo fundamental fuese fijar patrones técnicos en ejercicios nuevos sería recomendable una franja entre 3-4, mientras que sujetos jóvenes, con experiencia y buen control del ejercicio, podrían entrenar con una percepción de esfuerzo entre 6 y 7 RPE.

Cuando se entrena a deportistas jóvenes con varios años de experiencia, es de vital importancia conocer con exactitud las cargas de entrenamiento que se prescriben para poder conocer la intensidad de trabajo y así valorar la eficacia de los programas que se administran. Sin embargo, hasta ahora el entrenamiento de fuerza no ha contado con herramientas

suficientes para conocer la intensidad de los ejercicios propuestos como ocurre con el entrenamiento de resistencia (Balsalobre-Fernández 2014).

En términos generales, el método de control-evaluación de 1 RM es el más utilizado en el ámbito deportivo, pero el mismo está actualmente puesto en cuestionamiento dado que implica un excesivo grado de fatiga, un potencial riesgo de lesión y una constante medición de la fuerza máxima para reajustar las cargas de entrenamiento, lo cual puede interferir notablemente en el entrenamiento de los deportistas. Además, la medición de la RM puede ser notablemente imprecisa, pues constituye un esfuerzo máximo que requiere de la mayor voluntad del sujeto. Así, los sujetos no expertos en levantamiento de cargas máximas (e incluso estos) pueden obtener valores de RM inferiores a su potencial real y, en consecuencia, todas las cargas de entrenamiento programadas a raíz de dicha medición será incorrectas (Balsalobre-Fernández 2014). Ante esta problemática, surge la necesidad de utilizar otros indicadores en el entrenamiento de fuerza para expresar el grado de intensidad que representan distintos tipos de estímulos de entrenamiento con precisión y sin necesidad de realizar levantamientos máximos. Esta alternativa a la tradicional RM es la velocidad de ejecución, variable propuesta por González-Badillo et al (2002) como el mejor indicador para el grado de intensidad en el entrenamiento de fuerza, y más adelante confirmada en el artículo publicado en la revista *International Journal of Sports Medicine* titulado: “Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training” (González Badillo et al 2010)

La introducción de nueva tecnología (transductores de posición lineal, codificadores rotativos, acelerómetros, etc.) ahora permite la medición directa de muchas variables cinemáticas y cinéticas que pueden usarse para evaluar los efectos del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento. Varios estudios han utilizado la potencia o la velocidad como referencia para prescribir y controlar el entrenamiento de fuerza (González-Badillo et al 2015) pero dependiendo del método utilizado para medir la potencia máxima se ha encontrado una gran variabilidad en las cargas relativas que producen la misma (20–80% 1RM) (Cormie et al 2007, Cronin et al 2010). Sin embargo, se ha demostrado recientemente que la velocidad de movimiento tiene una relación muy estrecha con el % 1RM (González-Badillo et al 2010)

El salto vertical es un movimiento comúnmente utilizado para evaluar la potencia de los miembros inferiores (Cormie et al., 2011). La cinemática y la cinética del salto con carga y sin cargas han sido encontrados confiables y utilizados para determinar el perfil de fuerza –velocidad de los miembros inferiores en adultos (Cormie et al., 2010a, Cormie et al., 2011). El uso de estos saltos con carga puede no ser aconsejable para poblaciones pediátricas debido al riesgo incrementado de lesión que puede llevar en la columna vertebral (Faigenbaum et al 2009).

La elaboración de perfiles fuerza –velocidad desde una edad temprana mejoraría el desarrollo del atleta a largo plazo, sin embargo, se desconoce la relación de un protocolo para jóvenes (Meylan et al 2015). Los beneficios obvios de esta estimación son que el levantamiento submáximo se considera más seguro para los atletas con poca historia de levantamiento de pesas como niños y adolescentes y además reduce el tiempo para la estimación del levantamiento máximo (Faigenbaum, Milliken y Wescott, 2004).

Meylan et al (2015) realizaron un estudio para determinar la variabilidad de un protocolo isoínercial para evaluar el perfil fuerza-velocidad en un ejercicio de sentadilla supina en jóvenes entre 11 y 15 años. Se observó que la predicción de 1RM a 0.23 m / s era confiable y no se veía afectada por factores biológicos. La alta correlación ($r = 0.94$) y diferencia absoluta mínima (5%) entre 1RM estimado a 0.23 m / s y 1RM verdadero. El estudio sugeriría que el 1RM estimado es medida representativa de fuerza máxima. Además, teniendo en cuenta su fiabilidad, así como los múltiples beneficios diagnósticos del protocolo de carga incremental, tal enfoque es una estrategia intuitivamente atractiva para la evaluación y seguimiento de atletas jóvenes. La relación fuerza-velocidad proporciona una herramienta útil para controlar mejor la adaptación de especificidad resultante de diferentes cargas-velocidades desarrolladas durante el entrenamiento. Según los autores deberían abordarse futuras investigaciones en esta dirección para poder establecer la eficacia de diferentes programas de entrenamiento en relación al perfil de fuerza– velocidad de jóvenes deportistas.

En otro estudio con jugadores de fútbol sub-19, López-Segovia et al (2010) establecieron que el uso de cargas externas que están determinadas por la velocidad de desplazamiento sin necesidad de calcular 1RM, es una metodología de trabajo adecuada para la mejora de la aplicación de fuerza en jugadores de fútbol menores de 19 años.

12.4. VELOCIDAD DE MOVIMIENTO

La velocidad o cadencia a la que se realiza un ejercicio de resistencia puede afectar las adaptaciones a un programa de entrenamiento. Si bien generalmente se recomienda que los jóvenes entrenen la resistencia de manera controlada a una velocidad moderada, se pueden usar diferentes velocidades de entrenamiento dependiendo de la elección del ejercicio, la dirección del entrenamiento y siempre que se respeten los lineamientos técnicos de ejecución de los mismos (Faigenbaum et al 2010). A medida que los jóvenes aumentan la velocidad de movimiento durante el entrenamiento, es fundamental que se domine el rendimiento técnico de cada ejercicio antes de avanzar a movimientos más avanzados. Los profesores deben monitorear cada sesión de entrenamiento y proporcionar retroalimentación para garantizar que los atletas mantengan la calidad de todos los movimientos del ejercicio (Faigenbaum et al 2010)

Podría decirse que el desarrollo del movimiento de alta velocidad es especialmente importante para niños y adolescentes en un momento en que la eficiencia neuronal y la coordinación motora son más sensibles al cambio (Casey et al 2005).

Si bien las pautas existentes promueven el uso de velocidades de movimiento moderadas y controladas para los jóvenes, existe la necesidad de promover la intención de moverse rápidamente para incrementar el reclutamiento de unidades motoras y frecuencias de disparo (Young et al 2006).

La utilización de un mismo % de 1RM o un determinado número de repeticiones por serie puede dar lugar a intensidades distintas en función que la velocidad de ejecución y potencia producida en cada repetición sean o no la máxima posible (Badillo et al 2002). Por lo tanto, la velocidad de ejecución y la potencia mecánica producida es otro indicador determinante para el control y valoración de la intensidad del entrenamiento de la fuerza. La velocidad está en relación con la aceleración que el sistema neuromuscular aplica a la resistencia dada, así que a mayor velocidad alcanzada, ante una misma resistencia, mayor potencia producida y por tanto resultará en un esfuerzo de mayor intensidad o fuerza aplicada (González –Badillo et al 2002). Sobre esto, la recomendación general es que, durante las fases de aprendizaje técnico de nuevos ejercicios, especialmente en sujetos jóvenes sin experiencia, se facilite el control y se asegure la ejecución técnica correcta mediante

velocidades moderadas y cargas bajas (Lloyd et al 2012). Sin embargo, una vez el sujeto muestre buen control y ejecución del ejercicio por la experiencia acumulada, se deberá promover que la intencionalidad sea realizar cada repetición tan rápido como sea posible, para aumentar las adaptaciones neuromusculares (incremento del reclutamiento, sincronización y frecuencias de descarga de unidades motrices) (Young 2006, Lloyd et al 2014).

12.5. MEDIOS DE ENTRENAMIENTO

El uso de equipos de tamaño infantil (barras ligeras, pequeñas mancuernas o máquinas de pesos fijos) es importante para que los niños o adolescentes puedan ejecutar correctamente y con seguridad movimientos técnicos (Fleck et al 2005). Algunos de los medios de resistencia o sobrecarga disponibles para aquellos que prescriben programas de entrenamiento de fuerza para jóvenes incluyen el peso corporal, máquinas de pesas, pesos libres, cintas de resistencia elástica y balones medicinales. Se ha comprobado que todos ellos provocan adaptaciones fisiológicas y/o mejora de rendimiento cuando se utilizan en programas de entrenamiento de fuerza para jóvenes (Ingle et al 2006, Faigenbaum et al 1996, Sadres et al 2001).

La selección de la modalidad de resistencia/sobrecarga dependerá en gran medida de la habilidad técnica y nivel inicial de condición física de la persona, el nivel de experiencia, el objetivo general del programa de entrenamiento, y la disponibilidad de los equipos. Por ejemplo, puede ser necesario introducir gradualmente a los jóvenes sedentarios en ejercicios simples de entrenamiento de resistencia mediante el uso de resistencia basada en máquinas, para mejorar su autopercepción de competencia, antes de avanzar a actividades más complejas y basadas en el peso libre (Lloyd et al 2012).

A medida que se mejora en la estabilidad del núcleo y en el equilibrio dinámico, se deben incorporar paulatinamente ejercicios con peso libre ya que se ha descrito que otras formas alternativas tales como las máquinas de resistencia variable estimulan con una menor activación muscular tanto el tren inferior (Schwanbeck et al 2009), como el tren superior (Schick et al 2010), o todo el cuerpo (Jones et al 2008) en comparación a la resistencia con peso libre, al menos en población adulta.

DESARROLLO FÍSICO JUVENIL - MODELO PARA HOMBRES																					
EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+	
PERÍODOS DE EDAD	NIÑEZ			PRE ADOLESCENCIA						ADOLESCENCIA						ADULTEZ					
TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO RÁPIDO			CRECIMIENTO ESTABLE			CRECIMIENTO MÁXIMO			DISMINUCIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO											
ESTATUS DE MADURACION	AÑOS PRE PHV						PHV						AÑOS POST PHV								
ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO	PREDOMINANTEMENTE NATURAL (RELACIONADOS CON LA EDAD)						COMBINACIÓN NEURONAL Y HORMONAL (RELACIONADOS CON LA MADURACIÓN)														
CUALIDADES FÍSICAS	FMS	FMS		FMS		FMS															
	SSS	SSS		SSS		SSS															
	MOVILIDAD	MOVILIDAD						MOVILIDAD													
	AGILIDAD	AGILIDAD						AGILIDAD			AGILIDAD										
	VELOCIDAD	VELOCIDAD						VELOCIDAD			VELOCIDAD										
	POTENCIA	POTENCIA						POTENCIA			POTENCIA										
	FUERZA	FUERZA						FUERZA			FUERZA										
		HIPERTROFIA						HIPERTROFIA	HIPERTROFIA						HIPERTROFIA						
	RESISTENCIA Y AM	RESISTENCIA Y AM						RESISTENCIA Y AM			RESISTENCIA Y AM										
ESTRUCTURA DEL ENTRENAMIENTO	NO ESTRUCTURADO			POCO ESTRUCTURADO			MEDIANAMENTE ESTRUCTURADO			ALTAMENTE ESTRUCTURADO			MUY ALTAMENTE ESTRUCTURADO								

EL TAMAÑO DE LA FUENTE REFIERE IMPORTANCIA; LOS CUADROS AZULES CLAROS HACEN REFERENCIA A LAS ADAPTACIONES DURANTE LA PREADOLESCENCIA; LOS CUADROS AZULES OSCUROS HACEN REFERENCIA A LAS ADAPTACIONES DURANTE LA ADOLESCENCIA; FMS = HABILIDADES MOTORAS FUNDAMENTALES; AM = ACONDICIONAMIENTO METABÓLICO; PHV = PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO; SSS = HABILIDADES DEPORTIVAS ESPECIALES

Figura N°10. Desarrollo físico juvenil, modelo para hombres. Adaptado de Loyd et al (2012)

DESARROLLO FÍSICO JUVENIL - MODELO PARA MUJERES																				
EDAD CRONOLÓGICA (AÑOS)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+
PERÍODOS DE EDAD	NIÑEZ			PRE ADOLESCENCIA					ADOLESCENCIA							ADULTEZ				
TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO RÁPIDO			↔		CRECIMIENTO ESTABLE			↔		CRECIMIENTO MÁXIMO			↔		DISMINUCIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO				
ESTATUS DE MADURACIÓN	AÑOS PRE PHV								←		PHV		→			AÑOS POST PHV				
ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO	PREDOMINANTEMENTE NATURAL (RELACIONADOS CON LA EDAD)								↔		COMBINACIÓN NEURONAL Y HORMONAL (RELACIONADOS CON LA MADURACIÓN)									
CUALIDADES FÍSICAS	FMS	FMS		FMS									FMS							
	SSS	SSS		FMS									SSS							
	MOVILIDAD	MOVILIDAD					MOVILIDAD													
	AGILIDAD	AGILIDAD					AGILIDAD					AGILIDAD								
	VELOCIDAD	VELOCIDAD					VELOCIDAD					VELOCIDAD								
	POTENCIA	POTENCIA					POTENCIA					POTENCIA								
	FUERZA	FUERZA					FUERZA					FUERZA								
		HIPERTROFIA								HIPERTROFIA		HIPERTROFIA					HIPERTROFIA			
	RESISTENCIA Y AM	RESISTENCIA Y AM					RESISTENCIA Y AM					RESISTENCIA Y AM								
ESTRUCTURA DEL ENTRENAMIENTO	NO ESTRUCTURADO			POCO ESTRUCTURADO					MEDIANAMENTE ESTRUCTURADO			ALTAMENTE ESTRUCTURADO			MUY ALTAMENTE ESTRUCTURADO					

EL TAMAÑO DE LA FUENTE REFIERE IMPORTANCIA; LOS CUADROS VERDES CLAROS HACEN REFERENCIA A LAS ADAPTACIONES DURANTE LA PREADOLESCENCIA; LOS CUADROS VERDES OSCUROS HACEN REFERENCIA A LAS ADAPTACIONES DURANTE LA ADOLESCENCIA; FMS = HABILIDADES MÓTORAS FUNDAMENTALES; AM = ACONDICIONAMIENTO METABÓLICO; PHV = PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO; SSS = HABILIDADES DEPORTIVAS ESPECIALES

Figura N° 11. Desarrollo físico juvenil, modelo para mujeres. Adaptado de Loyd et al (2012)

CONCLUSIONES

- ✓ A partir de la revisión bibliográfica, podemos afirmar que el paradigma actual sobre actividad física nos muestra una población infanto-juvenil significativamente más frágil a la de sus antecesores, con niveles de aptitud muscular más bajos, quedando de esta manera más vulnerables a las consecuencias que provocan el poco uso del sistema muscular.
- ✓ La evidencia científica que avala la actividad física como medio para la mejora de la salud de los jóvenes, en particular sobre el entrenamiento de la aptitud muscular, es sólida y consistente, demostrando que niveles óptimos de aptitud muscular conseguidos a edades tempranas de la vida a través de programas saludables de actividad física y entrenamiento sistemático, repercuten positiva y significativamente en los niveles de salud a lo largo de toda la vida de los sujetos, disminuyendo las comorbilidades y los riesgos cardio-metabólicos asociados.
- ✓ Jóvenes activos que desarrollan sus potenciales motores y evitan actividades sedentarias se convertirán en adultos sanos, disminuyendo las tasas de morbimortalidad atribuibles al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles producto de la falta de aptitud física y competencias motoras.
- ✓ La participación regular en programas de entrenamiento de fuerza bien diseñados para mejorar la aptitud neuromuscular es la base del desarrollo atlético para todos los jóvenes deportistas, especialmente en los primeros años de vida, los cuales se caracterizan por rápidos cambios en el desarrollo del cerebro.
- ✓ La incrementada neuroplasticidad a edades tempranas de la vida, es una oportunidad incomparable para mejorar las destrezas motoras de los jóvenes, haciendo foco en el desarrollo de la fuerza y la agilidad.
- ✓ Para poder aprovechar las ventanas de oportunidad que se dan en los jóvenes dada su incrementada neuroplasticidad, el desarrollo de la aptitud muscular debe ser abordado por parte de profesionales especializados, los cuales deberán direccionar el programa motor hacia un entrenamiento neuromuscular integrador, administrando una apropiada educación, prescripción e instrucción de las actividades, contemplando las singularidades físicas y psicosociales de los/as jóvenes.

- ✓ Es de vital importancia la individualización y adaptación contextual de los programas de entrenamiento, ya que está altamente documentado que el entrenamiento de fuerza planificado y supervisado por profesionales competentes mejora los niveles de aptitud muscular pudiendo ser transferidos al desarrollo de habilidades motoras, incrementando sus competencias y mejorando el rendimiento deportivo.
- ✓ De acuerdo a lo propuesto por diversos autores parecería que no existe una combinación óptima y única de ejercicios, series y/o repeticiones para inducir adaptaciones beneficiosas en la juventud.
- ✓ Se ha demostrado que una variedad de programas de fuerza que incluyen pesos libres, máquinas de pesas, balones medicinales, bandas elásticas y ejercicios de peso corporal proporcionan resultados beneficiosos.
- ✓ Se debe emplear una variación sistemática y coherente en la selección de ejercicios, con modificaciones controladas en intensidades, volúmenes y pausas de entrenamiento para facilitar una participación sostenible en los programas de fuerza.
- ✓ El entrenamiento de aptitud muscular en jóvenes, debidamente orientado y supervisado por un especialista, no es inherentemente lesivo. El mismo tienen una tasa de incidencia de lesiones muy baja, incluso mucho menor que en deportes grupales.
- ✓ El entrenamiento de la aptitud muscular colabora en reducir de manera significativa la incidencia de lesiones en los jóvenes deportistas e incrementa la densidad mineral ósea de los mismos.
- ✓ Se debe estimular a los jóvenes a que participen en variados tipos de deportes y actividades para que puedan desarrollar un acervo motor enriquecido, multilateral y contextualizado que les permita responder con una adecuada competencia en las diferentes situaciones que el deporte y la actividad física les demanden, equilibrando el juego libre y el planificado, sin exceder los volúmenes pertinentes para cada uno de ellos, respetando las singularidades y características de los sujetos.
- ✓ Es imprescindible un abordaje integral y multidisciplinario que genere contextos de actividad física y deporte de manera sistemática, que impacten de manera positiva en la salud, el rendimiento físico y en la reducción de los índices de lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia Americana de Pediatría, Entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes, *Pediatrics*, Vol 107, 2001.
2. Adams PF, Schoenborn CA, Moss AJ, Warren CW, Kann L. Health-risk behaviors among our nation's youth: United States, 1992. Hyattsville, MD: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, CDC, 1995. DHHS publication no. (PHS) 95-1520. (Vital and health statistics; series 10, no. 192.).
3. Adeniyi, A. F., Okafor, N. C., & Adeniyi, C. Y. (2011). Depression and physical activity in a sample of nigerian adolescents: levels, relationships and predictors. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 5, 16. doi: 10.1186/1753-2000-5-16
4. Alentorn-Geli, E.; Myer, G.D.; Silvers, H.J.; Samitier, G.; Romero, D.; Lázaro-Haro, C.; Cugat, R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009, 17, 705–729.
5. Allen, B.A., Hannon, J.C., Burns, R.D., & Williams, S.M. (2014). Effect of a core conditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2063-2070
6. Allison, K. R., Adlaf, E. M., Dwyer, J. J. M., Lysy, D. C., & Irving, H. M. (2007). The decline in physical activity among adolescent students: a cross-national comparison. *Canadian Journal of Public Health*, 98(2), 97–100. doi: 10.2307/41995771
7. American Academia of Pediatric, Active Healthy Living: Prevention of Childhood Obesity Through Increased Physical Activity Council on Sports Medicine and Fitness and Council on School Health *Pediatrics* 2006;117;1834-1842
8. American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness, McCambridge TM, Stricker PR. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2008;121:835-40
9. American Academy of Pediatrics, Committe on Sports Medicine and Fitness. Physical Fitness and Activity in Schools, *Pediatrics*, Vol. 105 N°5, 2000.

10. American Academy of Pediatrics. Weight training and weightlifting: information for the Pediatrician. *Physician Sportsmed* 11(83):157-161 (1983)
11. American College of Sports Medicine. (1975). Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. Philadelphia: Lea & Febiger. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=FvxrAAAAMAAJ&hl>
12. American College of Sports Medicine. (1978). Position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Medicine and Science in Sports*, 10(3), vii–x.
13. American College of Sports Medicine. (1980). Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription (2^a ed.). Philadelphia: Lea & Febiger. Recuperado de https://books.google.es/books?id=F_xrAAAAMAAJ&q
14. American College of Sports Medicine. (1986). Guidelines for exercise testing and prescription (3^a ed.). Philadelphia: Lea & Febiger. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=jmbejgEACAAJ&dq>
15. American College of Sports Medicine. (1988). Opinion statement on physical fitness in children and youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 422–423.
16. American College Sport Medicine (ACSM), Manual para la valoración y prescripción del ejercicio, Paidotribo, 2005.
17. Andersen RE, Crespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 1998;279:938–94217
18. Andersen, L., Wedderkopp, N., & Leboeuf-Yde, C (2006). Association between back pain and physical fitness in adolescents. *Spine*, 31(15), 1740-1744
19. Armstrong, N., Welsman, J. R., & Kirby, B. J. (2000). Longitudinal changes in 11-13-year-olds' physical activity. *Acta Paediatrica*, 89(7), 775–780. doi: 10.1080/080352500750043639
20. Astrand P.O. La resistencia en el deporte, Paidotribo, Barcelona, 1996.
21. Aubert S, Barnes J, Abdeta C, Abi Nader P, Adeniyi A, Aguilar- Farias N, Tremblay M. Global matrix 3.0 physical activity report card grades for children and Youth: results and analysis from 49 countries. *J Phys Activity Health*. 2018;15(S2):S251–73

22. Baechle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance training. In: Baechle TR, Earle RW, eds. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics. 2008:381-412.
23. Bailey Donal – Martin Alan, *Actividad física y salud del esqueleto adolescente*, PubliCE Standard, 2003.
24. Bailey RC, Olson J, Pepper SL, et al. The level and tempo of children’s physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27:1033–41.
25. Balsalobre-Fernández Carlos, Jiménez-Reyes Pedro, *Entrenamiento de Fuerza Nuevas Perspectivas Metodológicas*, 2014. Versión PDF: http://www.carlosbalsalobre.com/Entrenamiento_de_Fuerza_Balsalobre&Jimenez.pdf
26. Bankoski, A., Harris, T. B., McClain, J. J., Brychta, R. J., Caserotti, P., Chen, K. Y., Koster, A. (2011). Sedentary Activity Associated With Metabolic Syndrome Independent of Physical Activity. *Diabetes Care*, 34(2), 497–503. doi: 10.2337/dc10-0987
27. Banks, E., Jorm, L., Rogers, K., Clements, M., & Bauman, A. (2011). Screen-time, obesity, ageing and disability: findings from 91 266 participants in the 45 and Up Study. *Public Health Nutrition*, 14(1), 34–43. doi: 10.1017/S1368980010000674
28. Barela José Angelo, Avigno Eric Leal, *Movimiento en la infancia: combustible para el desarrollo*, Revista Por escrito, Año 9 | N°10 | noviembre de 2015, <https://www.fundacionarcor.org/es/biblioteca/detalle/1829>
29. Barengo Noël C, Meneses-Echávez José Francisco, Ramírez-Vélez Robinson, Dylan Cohen Daniel, Tovar Gustavo and Correa Bautista Jorge Enrique The Impact of the FIFA 11+ Training Program on Injury Prevention in Football Players: A Systematic Review, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 11986-12000; doi:10.3390/ijerph111111986
30. Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*, 380(9838), 258–271. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60735-1
31. Baxter-Jones A, Maffulli N, Helms P: Low injury rates in elite athletes. *Arch Dis Child* 1993;68(1):130-132

32. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008; 33(3):547–561. PubMed doi:10.1139/H08-020
33. Behringer M, Vom Heede A, Matthews M, Mester J. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci.* 2011; 23(2):186–206. PubMed doi:10.1123/pes.23.2.186
34. Bellocco, R., Jia, C., Ye, W., & Lagerros, Y. T. (2010). Effects of physical activity, body mass index, waist-to-hip ratio and waist circumference on total mortality risk in the Swedish National March Cohort. *European Journal of Epidemiology*, 25(11), 777–788. doi:10.1007/s10654-010-9497-6
35. Benjamin H. – Glow K; Strength training for children and adolescents: What can physician recommend?, *The Physician and SportsMedicine*, Vol 31, Septiembre 2003.
36. Benjamin K Walters, Connor R, A Reed Estes, The effects of resistance training, overtraining, and early specialization on youth athlete injury and development: a literature review, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2017 DOI: [10.23736/S0022-4707.17.07409-6](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07409-6)
37. Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes.* 2008; 32(6):1016–1027. PubMed doi:10.1038/ijo.2008.5
38. Berenson GS, Bogalusa Heart Study: a long-term community study of a rural biracial (Black/White) population. *Am J Med Sci.* 2001 Nov; 322(5):293-300.
39. Berkowitz RI, Agras WS, Korner AF, Kraemer HC, Zeanah CH. Physical activity and adiposity: a longitudinal study from birth to childhood. *J Pediatr* 1985;106:734–8.87–100
40. Beunen GP, Malina RM. Growth and biologic maturation: relevance to athletic performance. In: Hebestreit H, Bar-Or O, eds. *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford: Blackwell Publishing 2008:3-17)
41. Beunen, G.P. Biological maturation and physical performance. In: Duquet W, Day JAP eds. *Kinanthropometry IV*. London: E & FN Spon 1993:190-208.

42. Biddle, S. J. H., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 886–895. doi: 10.1136/bjsports-2011-090185
43. Biddle, S. J. H., Cavill, N., Ekelund, U., Gorely, T., Griffiths, M. D., Jago, R., Richardson, D. (2010). Sedentary behaviour and obesity: review of the current scientific evidence. London: Department of Health and Department For Children, Schools and Families. Recuperado de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/213745/dh_128225.pdf
44. Biddle, S. J. H., Gorely, T., & Marshall, S. J. (2009). Is television viewing a suitable marker of sedentary behavior in young people? *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 38(2), 147–153. doi: 10.1007/s12160-009-9136-1
45. Biddle, S. J. H., Gorely, T., Marshall, S. J., & Cameron, N. (2009). The prevalence of sedentary behavior and physical activity in leisure time: A study of Scottish adolescents using ecological momentary assessment. *Preventive Medicine*, 48(2), 151–155. doi: 10.1016/j.ypmed.2008.10.025
46. Blaak EE, Westerterp KR, Bar-Or O, Wouters LJ, Saris WH. Total energy expenditure and spontaneous activity in relation to training in obese boys. *Am J Clin Nutr*. 1992; 55(4):777–82.
47. Blair SN, Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(11 Suppl): S646-62. 63-65.
48. Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W., Barlow, C. E., Macera, C. a, Paffenbarger, R. S., & Gibbons, L. W. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 276(3), 205–210. doi: 10.1001/jama.1996.03540030039029
49. Blimkie C.J.R. Age and Sex-associated variation in strength during childhood: anthropometric morphologic, biomechanical, endocrinologic, genetic and physical

- activity correlates. In: Gisolfi CV, Lamb DR, editors. *Persp. in Exercise Science and Sports Medicine*. Vol 2, Indianapolis. Benchmark Press, 99-163. 1989.
50. Blimkie C.J.R. Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can J Sport Sci*, 17: 264-279. 1992.
51. Bloemers F, Collard D, Paw MC, Van Mechelen W, Twisk J, Verhagen E. Physical inactivity is a risk factor for physical activity-related injuries in children. *Br J Sports Med*. 2012; 46:669-674.
52. Boland A, Gibson T, Lu L, Kaste S, DeLany J, Partin R, Ness K. Dietary protein intake and lean muscle mass in Survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia: report from the St. Jude lifetime cohort study. *Phys Ther*. 2016;96(7):1029–38
53. Boreham, C., & Riddoch, C. (2001). The physical activity, fitness and health of children. *Journal of Sports Sciences*, 19(12), 915–929. doi: 10.1080/026404101317108426
54. Bosco Carmelo, *La Fuerza Muscular: Aspectos Metodológicos*, Editorial Inde, 2000.
55. Bouchard, C., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2015). Less Sitting, More Physical Activity, or Higher Fitness? *Mayo Clinic Proceedings*, 90(11), 1533–1540. doi:10.1016/j.mayocp.2015.08.005
56. Brady TA, Cahill BR, Bodnar LM. Weight training-related injuries in the high school athlete. *Am J Sports Med* 1982; 10:1-5.
57. Brameld JM, Mostyn A, Dandrea J, et al. Maternal nutrition alters the expression of insulin-like growth factors in fetal sheep liver and skeletal muscle. *J Endocrinol*. 2000; 167:429-37.
58. Brito, J.; Figueiredo, P.; Fernandes, L.; Seabra, A.; Soares, J.M.; Krstrup, P.; Rebelo, A. Isokinetic strength effects of FIFA's "the 11+" injury prevention training programme. *Isokinet. Exerc. Sci*. 2010, 18, 211–215
59. Brodersen, N. H., Steptoe, A., Boniface, D. R., & Wardle, J. (2007). Trends in physical activity and sedentary behaviour in adolescence: ethnic and socioeconomic differences. *British Journal of Sports Medicine*, 41(3), 140–144. doi: 10.1136/bjism.2006.031138

60. Brownell KD, Kaye FS. A school-based behavior modification, nutrition education, and physical activity program for obese children. *Am J Clin Nutr* 1982;35:277–83.108-111
61. Bürgi, F., Meyer, U., Granacher, U., Schindler, C., Marques-Vidal, P., Kriemler, S., & Puder, J. J. (2011). Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *International Journal of Obesity* (2005), 35, 937–944. doi: 10.1038/ijo.2011.54
62. Byrd R, Pierce K, Reilly L, et al. Young weightlifters' performance across time. *Sports Biomech.* 2003;2:133-40
63. Cabanas Sánchez Verónica (2016) Tesis Doctoral: El comportamiento Sedentario en Niños y Adolescentes: Evaluación, Correlatos, y Relación con la Condición Física Saludable, Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana Facultad de Profesorado y Educación Universidad Autónoma de Madrid, Capítulo II pp 17:97.
64. Calabrese F, Molteni R, Racagni G, et al. Neuronal plasticity: a link between stress and mood disorders. *Psychoneuroendocrinology* 2009; 34(Suppl 1):S208–16.
65. Calfas KJ, Taylor WC. Effects of physical activity on psychological variables in adolescents. *Pediatr Exercise Sci* 1994; 6:406–23.
66. Campillo Alvarez José, El mono Obeso, Editorial Crítica, Barcelona, pp 13, 2007
67. Carson, V., & Janssen, I. (2011). Volume, patterns, and types of sedentary behavior and cardiometabolic health in children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 11, 274. doi: 10.1186/1471-2458-11-274
68. Casey, B.J., Tottenham, N., Liston, C. and Durston, S. Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development? *Trends in Cognitive Sciences*, 9: 104-110. 2005
69. Castro-Pinero J, Ortega FB, Artero EG, et al. Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *J Strength Cond Res.* 2010; 24:1810-7.
70. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Physical Activity and Health: A Report of Surgeon General, Atlanta, 1996

71. Centers for Disease Control and Prevention. Physical activity levels among children aged 9–13 years: United States, 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003; 52:785–78818.
72. Cesar MP Meylan, Jhon B Cronin, jon L Oliver, Michael M.G hughes, Boris Jidovtseff, Shane Pinder, The reliability of isoinertial force–velocity–power profiling and maximal strength assessment in youth *Sports Biomechanics*, 2015 Vol. 14, No. 1, 68–80, <http://dx.doi.org/10.1080/14763141.2014.982696>
73. Chau, J. Y., Grunseit, A., Midthjell, K., Holmen, J., Holmen, T. L., Bauman, A. E., & Van der Ploeg, H. P. (2015). Sedentary behaviour and risk of mortality from all-causes and cardiometabolic diseases in adults: evidence from the HUNT3 population cohort. *British Journal of Sports Medicine*, 49(11), 737–742. doi: 10.1136/bjsports-2012-091974
74. Christin Zwolski, Catherine Quatman-Yates, and Mark V. Paterno, Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy *SPORTS HEALTH*, vol. XX • no. X, 2017. DOI: 10.1177/1941738117704153
75. Chulvi-Medrano Iván, Faigenbaum Avery D.- Cortell-Tormo Juan Manuel, ¿Puede el entrenamiento de fuerza prevenir y controlar la dinapenia pediátrica? Can resistance training to prevent and control pediatric dynapenia?. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 33. 298-307, 2018. . ISSN 1988-2041. Disponible en: <<https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/52314>>
76. Clark EM, Ness AR, Bishop NJ, et al. Association between bone mass and fractures in children: a prospective cohort study. *J Bone Miner Res* 2006; 21:1489-95.
77. Clark EM, Tobias JH, Murray L, Boreham C. Children with low muscle strength are at an increased risk of fracture with exposure to exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2011; 11:196-202.
78. Colado JC, García-Massó X. Technique and safety aspects of resistance exercises:A systematic review of the literature. *Phys Sportsmed.* 2009; 2(37):104–11.
79. Colley, R. C., Garriguet, D., Janssen, I., Wong, S. L., Saunders, T. J., Carson, V., & Tremblay, M. S. (2013). The association between accelerometer-measured patterns of sedentary time and health risk in children and youth: results from the Canadian

- Health Measures Survey. *BMC Public Health*, 13(1), 200. doi: 10.1186/1471-2458-13-200
80. Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the International children's accelerometry database (ICAD). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 113. doi: 10.1186/s12966-015-0274-5
81. Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. The influence of body mass on calculation of power during lower-body resistance exercises. *J Strength Cond Res* 21: 1042–1049, 2007.
82. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010a). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1582–1598.
83. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010b). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1566–1581.
84. Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. Part 2. Training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41, 125–146.
85. Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN. The role of maximal strength and load on initial power production. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1763–1769, 2000.
86. Dalton SE: Overuse injuries in adolescent athletes. *Sports Med* 1992;13(1):58-70
87. Daneshjoo, A.; Mokhtar, A.H.; Rahnama, N.; Yusof, A. The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PLoS One* 2012,7, doi:10.1371/journal.pone.0051568.
88. Davids K, Baker J. Genes, environment and sport performance: why the nature-nurture dualism is no longer relevant. *Sports Med* 2007; 37:961–80.
89. De Meester A, Stodden D, Goodway J, True L, Brian A, Ferkel R, Haerens L. Identifying a motor proficiency barrier for meeting physical activity guidelines in children. *J Sci Med Sport*. 2018; 21(1):58–62.

90. Delva, J., Johnston, L. D., & O'Malley, P. M. (2007). The epidemiology of overweight and related lifestyle behaviors: racial/ethnic and socioeconomic status differences among American youth. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(Suppl. 4), S178–S186. doi: 10.1016/j.amepre.2007.07.008
91. DiFiori j, Lesiones por uso excesivo en niños y adolescentes, *The physician and sportsmedicine* VOL 27 - NO. 1, 1999, <http://www.physsportsmed.com/journal.htm>
92. DiFiori John P, MD Overuse Injuries in Children and Adolescents *THE PHYSICIAN AND SPORTSMEDICINE - VOL 27 - NO. 1 - JANUARY 1999* <http://www.physsportsmed.com/journal.htm>
93. Dixon SD, Stein MT. *Encounters with Children: Pediatric Behavior and Development*. Mosby Elsevier, 2006.
94. Docherty D. Wenger H. Collis M & Quinney H, The effects of variable speed resistance training on strength development in prepubertal boys, *Journal of Human Movement Studies*, 1987
95. Donnelly, J.E., Hillman, Ch. H., Castelli, D., Etnier, J., Lee, S., Omporowski, P., Lambourner, K., & Szabo-Reed, A. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1223-1224.
96. Drenowatz Clemens, and Greier Klaus, Resistance Training in Youth – Benefits and Characteristics, *Journal of Biomedicine* 2018; 3: 32-39. doi: 10.7150/jbm.25035
97. Drinkwater BL, Nilson K, Chesnut CH III, et al: Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *N Engl J Med* 1984;311(5):277-281
98. Dumith, S. C., Hallal, P. C., Menezes, A. M. B., & Araújo, C. L. (2010). Sedentary behavior in adolescents: the 11-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Cadernos de Saúde Publica*, 26(10), 1928–1936. doi: 10.1590/S0102-311X2010001000009
99. Duncan CS, Blimkie CJ, Cowell CT, et al. Bone mineral density in adolescent female athletes: relationship to exercise type and muscle strength. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 286-94.
100. Duncan, S. C., Seeley, J. R., Gau, J. M., Strycker, L. A., & Farmer, R. F. (2012). A latent growth model of adolescent physical activity as a function of

- depressive symptoms. *Mental Health and Physical Activity*, 5(1), 57–65. doi: 10.1016/j.mhpa.2012.03.001
101. Dunstan, D. W., Barr, E. L. M., Healy, G. N., Salmon, J., Shaw, J. E., Balkau, B., Owen, N. (2010). Television viewing time and mortality: The australian diabetes, obesity and lifestyle study (ausdiab). *Circulation*, 121(3), 384–391. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.894824
102. Eaton SB, Shostak M Konner M (1988) Stone agers in the fast lane: chronic degenerative disease in evolutionary perspective, *Am. J. Med* 84: 739-49, [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(88\)90113-1](https://doi.org/10.1016/0002-9343(88)90113-1)
103. Edna Ferreira Pinto, Gilberto Gomes de Amorim, Thaynã Alves Bezerra, Anastácio Neco de Souza Filho, Francinete Deyse dos Santos, Ferdinando Oliveira Carvalho y José Fernando Vila Nova de Moraes (2018). Antropometría, Perfil Lipídico y Niveles de Actividad Física como Indicadores de Riesgo Cardiovascular en Adolescentes. *PubliCE*. <https://g-se.com/antropometria-perfil-lipidico-y-niveles-de-actividad-fisica-como-indicadores-de-riesgo-cardiovascular-en-adolescentes-2462-sa-y5ba143de16702>
104. Edwards JU, Mauch L, Winkelman MR. Relationship of nutrition and physical activity behaviors and fitness measures to academic performance for sixth graders in a midwestcity school district. *J Sch Health* 2011; 81:65–73.
105. Ehrmann DE, Sallinen BJ, IglayReger HB, et al. Slow and steady: readiness, pretreatment weekly strengthening activity, and pediatric weight management program completion. *Child Obes* 2013; 9:193–9.
106. Ekelund, U., Luan, J., Sherar, L. B., Esliger, D. W., Griew, P., Cooper, A., & International Children’s Accelerometry Database (ICAD) Collaborators. (2012). Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 307, 704–712. doi: 10.1001/jama.2012.156
107. Eliahu Sadres, Alon Eliakim, Naama Constantini, Ronnies Lidor and Baraket Falk. The Effect of Long- Term Resistance Training on Anthropometric Measures, Muscle Strength, and Self Concept in Pre Pubertal Boys. *Pediatric Exercise Science*, 2001, 13, 357-372

108. Emery, C.A. and Meeuwisse, W. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 44: 555-562. 2010.
109. Epstein LH, Coleman KJ, Myers MD. Exercise in treating obesity in children and adolescents. *Med Sci Sports Exercise* 1996; 28(4):428–35.
110. Epstein LH, Valoski AM, Vara LS, et al. Effects of decreasing sedentary behavior and increasing activity on weight change in obese children. *Health Psychol* 1995; 14(2):109–15.
111. Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(1):127–141.
112. Esliger, D. W., Sherar, L., Ekelund, U., & Cooper, A. (2012). Understanding the age-related increase in sedentary time in children and youth: An uphill battle. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(Suppl. 1), S7. doi: 10.1016/j.jsams.2012.11.018
113. Eston R, Byrne C, Twist C. Muscle function after exercise-induced muscle damage: Considerations for athletic performance in children and adults. *J Exerc Sci Fitness.* 2003; 1:85-96.
114. Eston Roger, Faulkner James, Perceived exertion research in the 21st century: Developments, reflections and questions for the future, *Journal of exercise science and fitness (JESF)* · January 2008, <https://www.researchgate.net/publication/228639474>
115. Faigenbaum A, Strength training for children and adolescents, *Clinics in Sports Medicine*, 2000.
116. Faigenbaum A, Best T, MacDonald J, et al. Top 10 research questions related to exercise deficit disorder (EDD) in youth. *Res. Q. Exerc. Sport.* 2014; 85: 297Y307.
117. Faigenbaum A, Kang, J, McFarland J. Acute effects of different warm-up protocols on anaerobic performance in teenage athletes. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2006; 17:64Y75
118. Faigenbaum A, Lloyd R, MacDonald J, Myer G. Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: narrative review. *Br J Sports Med.* 2016; 50(1):3–7.

119. Faigenbaum A, MacDonald J. Dynapenia: it's not just for grown-ups anymore. *Acta Paediatr.* 2017; 106:696Y7.
120. Faigenbaum A, McFarland J: Resistance training for kids: right from the start. *ACSM's Health and Fitness Journal* 2016, 20(5):16-22.
121. Faigenbaum A. – Larosa Loud R. – O'Connell Jill. – Glover S. – O'Connell Jason. – Wayne Y. – Westcott L, Efectos de diferentes protocolos de entrenamiento con sobrecarga sobre la fuerza del tren superior y el desarrollo de la resistencia en niños, <http://sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>, 2003
122. Faigenbaum A. – Micheli L, Preseason conditioning for preadolescent athlete, *Pediatric Annal*, 2000.
123. Faigenbaum A.- Zaichkowski L. – Westcott W. – Micheli L. – Fehlandt A, The effects of a twice a week strength training program on children, *Pediatric Exercise Science*, 1993.
124. Faigenbaum AD. Youth resistance training. *Res Digest* 2003 ; 3 : 1 – 8
125. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2009;23(5):S1–20.8
126. Faigenbaum AD, Lloyd RS, Myer GD. Youth resistance training: Past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatr Exerc Sci.* 2013;25(4):591–604.16
127. Faigenbaum AD, McFarland J, Keiper F, et al. Effects of a short term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *J Sports Sci Med.* 2007; 6:519-25.
128. Faigenbaum AD, McFarland JE, Herman RE, et al. Reliability of the one-repetition maximum power clean test in adolescent athletes. *J Strength Cond Res.* 2012;26:432
129. Faigenbaum AD, McFarland JE, Johnson L, Kang J, Bloom J, Ratamess NA, Hoffman JR: Preliminary evaluation of an after-school resistance training program for improving physical fitness in middle school-age boys. *Percept Mot Skills* 2007, 104(2):407-415.

130. Faigenbaum AD, McFarland JE, Schwerdtman JA, et al. Dynamic warmup protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *J. Athl. Train.* 2006; 41:357Y63.
131. Faigenbaum AD, Milliken LA, Cloutier G, Westcott WL. Perceived exertion during resistance exercise in children. *Percept Mot Skills.* 2004;98(2):627–37.63
132. Faigenbaum AD, Milliken LA, Westcott WL. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res.* 2003; 17:162-6.
133. Faigenbaum AD, Myer GD. Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. *Curr Sports Med Rep.* 2010; 9:161-68.
134. Faigenbaum AD, Ratamess N, McFarland J, et al. Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens and men. *Ped Exerc Sci.* 2008; 20:457-69.
135. Faigenbaum AD, Westcott WL, Micheli LJ, et al. The effects of strength training and detraining on children. *J Strength Cond Res.* 1996; 10:109-14.
136. Faigenbaum AD. Pediatric and adolescent sports injuries. *Clin Sports Med.* 2000;19(4):593–617.69
137. Faigenbaum AD. Resistance training for adolescent athletes. *Athlet Ther Today.* 2002;7(6):30–5
138. Faigenbaum Avery, Entrenamiento pliométrico para niños: hechos y falacias. *PubliCE Standard*, 2006.
139. Faigenbaum Avery, Rebullido Tamara and MacDonald James, Pediatric Inactivity Triad: A Risky PIT *American College of Sports Medicine Volume 17 & Number 2 & February 2018*
140. Faigenbaum Avery, Westcott Wayne, LaRosa Loud Rita and Long Cindy, The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children *Pediatrics* July 1999, 104 (1) e5; DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.104.1.e5>
141. Faigenbaum Avery, Westcott Wayne, LaRosa Loud Rita and Long Cindy, The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children *Pediatrics* July 1999, 104 (1) e5; DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.104.1.e5>

142. Faigenbaum Avery. – Westcott Wayne, Strength Training for youth fitness, <http://ssymca.org>, (?)
143. Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, S60–S79.
144. Faigenbaum, A. D., Milliken, L., & Wescott, W. (2004). Maximal strength testing in healthy children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 162–166
145. Faigenbaum, A.D., & MacDonald, J.P. (2017). It's not just for grown-ups - 306 - Retos, número 33, 2018 (1º semestre) anymore. *Acta Pediatrca*, doi 10.1111/apa13797
146. Faigenbaum, A.D., & Myer, G.D. (2010b). Resistance training among Young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1). 56-63.
147. Faigenbaum, A.D., Kraemer, W.J., Blimkie, C.J., Jeffreys, I., Micheli, L.J., Nitka, M. and Rowland, T.W. Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23: S60-S79. 2009.
148. Faigenbaum, A.D., Ratamess, N., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M., Kang, J. and Hoffman, J. Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens and men. *Pediatric Exercise Science*, 20: 457–469. 2008.
149. Faigenbaum, Avery & Farrell, Anne & Fabiano, Marc & Radler, Tracy & Naclerio, Fernando & Ratamess, Nicholas & Kang, Jie & Myer, Gregory. (2011). Effects of Integrative Neuromuscular Training on Fitness Performance in Children. *Pediatric exercise science*. 23. 573-84. 10.1123/pes.23.4.573.
150. Faigenbaum, Avery & Farrell, Anne & Fabiano, Marc & Radler, Tracy & Naclerio, Fernando & Ratamess, Nicholas & Kang, Jie & Myer, Gregory. (2011). Effects of Integrative Neuromuscular Training on Fitness Performance in Children. *Pediatric exercise science*. 23. 573-84. 10.1123/pes.23.4.573.

151. Faigenbaum, Avery & Tamara, · & Rebullido, Tamara & Peña, Javier & Chulvi-Medrano, Iván. (2019). Resistance Exercise for the Prevention and Treatment of Pediatric Dynapenia. *Journal of Science in Sport and Exercise*. 10.1007/s42978-019-00038-0.
152. Faingenbaum Avery D. – Milliken Laurie A. – Westcott Wayne L, Evaluación de la Fuerza Máxima en Niños Sanos. PubliCE (<http://sobrentrenamiento.com/PubliCE/home.asp>). 05/05/03. Pid: 150
153. Falk, B. and Dotan, R. Child-adult differences in the recovery from high intensity exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 34: 107–112. 2006.
154. Falk, B., & Eliakim, A. (2003). Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric Endocrinology Reviews*, 1(2), 120–127.
155. Falk, Bareket. Tenenbaum, G. La Efectividad del Entrenamiento de la Fuerza en los Niños. Un Meta-Análisis. PubliCE Premium. 01/01/2003. Pid: 65.
156. Farrell, A., A. Faigenbaum, and T. Radler. Fun and fitness with balloons. *Strategies*. 24:26–29, 2010
157. Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children’s achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521–535.
158. Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children’s achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521–535
159. Fleck SJ, Kraemer WJ. Strength training for young athletes. Champaign, IL: *Human Kinetics*. 2005:6–9.
160. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Longitudinal effects of maturation on lower extremity joint stiffness in adolescent athletes. *Am J Sports Med*. 2010; 38:1829-1837.
161. Fulton, J. E., Dai, S., Steffen, L. M., Grunbaum, J. A., Shah, S. M., & Labarthe, D. R. (2009). Physical Activity, Energy Intake, Sedentary Behavior, and Adiposity in Youth. *American Journal of Preventive Medicine*, 37(Suppl. 1), S40–S49. doi: 10.1016/j.amepre.2009.04.010

162. García Manso J, Navarro Valdivieso M, Ruiz Caballero J, Bases teóricas del entrenamiento deportivo, Gymnos, 1996.
163. Gomes T, Dos Santos F, Katzmarzyk P, Maia J. Active and strong: physical activity, muscular strength, and metabolic risk in children. *Am J Hum Biol.* 2017;29(1):e22904
164. Gomez, L. F., Parra, D. C., Lobelo, F., Samper, B., Moreno, J., Jacoby, E., Borda, C. (2007). Television viewing and its association with overweight in Colombian children: results from the 2005 National Nutrition Survey: a cross sectional study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 41. doi: 10.1186/1479-5868-4-41
165. González Badillo Juan José – Gorostiaga Ayestarán Esteban, Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, aplicación al alto rendimiento, INDE, pp 158-161, 1997.
166. González-Badillo J, Sánchez-Medina L. Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. *Int J Sports Med.* 2010; 31(5):347-52.
167. González-Badillo JJ, Ribas-Serna J. Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. *1aed. Zaragoza: (v) 197-203 Inde; 2002.*
168. González-Gross, M., Castillo, M., Moreno, L., Nova, E., González-Lamuño, D., Pérez-Llamas, F., Marcos, A. (2003). Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (Estudio AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención. I. Descripción metodológica del proyecto. *Nutrición Hospitalaria*, 18(1), 15–28.
169. Granacher U, Goseles A, Roggo K, et al. Effects and mechanisms of strength training in children. *Int J Sports Med.* 2011a; 32:357-64.
170. Griffiths, L. J., Hawkins, S. S., Cole, T. J., & Dezaux, C. (2010). Risk factors for rapid weight gain in preschool children: findings from a UK-wide prospective study. *International Journal of Obesity* (2005), 34(4), 624–632. doi: 10.1038/ijo.2010.10
171. Grøntved, A., & Hu, F. B. (2011). Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. *JAMA:*

- The Journal of the American Medical Association, 305(23), 2448–2455. doi: 10.1001/jama.2011.812
172. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci Rev* 2012; 40:13-21.
173. Gutin B, Cucuzzo N, Islam S, Smith C, Stachura ME. Physical training, lifestyle education, and coronary risk factors in obese girls. *Med Sci Sports Exercise* 1996; 28(1):19–23.
174. Hagberg JM, Montain SJ, Martin III WH, Blood pressure and hemodynamic responses after exercise in older hipertensives. *Journal of Applied Physiology*, 63:270-276, 1987.
175. Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., Wells, J. C. (2012). Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247–257. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60646-1
176. Hamill B. Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond Res* 1994; 8:53-7.
177. Handford C, Davids K, Bennett S, et al. Skill acquisition in sport: some applications of an evolving practice ecology. *J Sports Sci* 1997;15:621–40
178. Hands B. Changes in motor skill and fitness measures among children with high and low motor competence: a five-year longitudinal study. *J Sci Med Sport* 2008; 11:155–62.
179. Hansen HS, Froberg K, Hyldebrandt N, Nielsen JR. A controlled study of eight months of physical training and reduction of blood pressure in children: the Odense schoolchild study. *BMJ*. 1991;303:682–685 32
180. Hardman, A. E., & Stensel, D. J. (2009). *Physical activity and health: The evidence explained* (2^aed.). London: Routledge. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=GvU4g2DUIDMC&printsec=frontcover&dq>.
181. Hasselstrøm, H., Hansen, S. E., Froberg, K., & Andersen, L. B. (2002). Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. *Danish Youth and Sports Study*. An

- eight-year follow-up study. *International Journal of Sports Medicine*, 23(Suppl. 1), S27–S31. doi: 10.1055/s-2002-28458 .
182. Haywood K, Life span motor development, Human Kinetics, 1993.
183. Helmrich SP, Ragland DR, Leug RW, Paffenbarger RS. Physical activity and reduce occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1991; 325:147-152.
184. Henriksson H, Henriksson P, Tynelius P, Ortega F. Muscular weakness in adolescence is associated with disability 30 years later: a population-based cohort study of 1.2 million men. *Br J Sports Med*. 2018. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098723>.
185. Herring SA, Nilson KL: Introduction to overuse injuries. *Clin Sports Med* 1987;6(2):225-239
186. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, JL S. Preparticipation physical exam using a box drop vertical jump test in young athletes: the effects of puberty and sex. *Clin. J. Sport Med*. 2006; 16:298Y304.
187. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg Am*. 2004; 86-A:1601-1608.
188. Hilibrand MJ, Hammoud S, Bishop M, Woods D, Fredrick RW, Dodson CC. Common injuries and ailments of the female athlete; pathophysiology, treatment and prevention. *Phys Sportsmed*. 2015; 43:403-411.
189. Hillman, C. H., Kamijo, K., & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52(Suppl. 1), S21–S28. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.024
190. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, et al. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin. J. Sport Med*. 2004; 14:88Y94.
191. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf?ua=1

192. Ignico AA, Mahon AD. The effects of a physical fitness program on low-fit children. *Res Q Exercise Sport* 1995;66
193. Ilahi OA, Kohl HW III: Lower extremity morphology and alignment and risk of overuse injury. *Clin J Sport Med* 1998;8(1):38-42
194. Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40. doi: 10.1186/1479-5868-7-40
195. Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(3), 379–384. doi: 10.1111/j.1365-2265.2012.04487.x
196. Janz KF, Dawson JD y Mahoney LT. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the Muscatine study. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32: 1250-7.
197. Janz, K. F. (2002). Use of heart rate monitors to assess physical activity. En G. J. Welk (Ed.), *Physical Activity Assessments for Health- Related Research* (pp. 143–162). Champaign, IL: Human Kinetics. Recuperado de <https://books.google.ca/books?id=O9-vt1CZJp8C&printsec>
198. Janz, K. F., Burns, T. L., & Levy, S. M. (2005). Tracking of activity and sedentary behaviors in childhood: The Iowa bone development study. *American Journal of Preventive Medicine*, 29(3), 171–178. doi: 10.1016/j.amepre.2005.06.001
199. Jayanthi N, Dechert A, Durazo R, Dugas L, Luke A. Training and sports specialization risks in junior elite tennis players. *J Med Sci Tennis.* 2011;16:14-20
200. Jayanthi N, Pinkham C, Dugas L, Patrick B, Labella C. Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health.* 2013;5:251-257
201. Jochem C, Leitzmann M, Volaklis K, Aune D, Strasser B. Association between muscular strength and mortality in clinical populations: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc.* 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.05.015>
202. Jones CS, Christensen C, Young M. Weight training injury trends: a 20-year survey. *Phys Sportsmed.* 2008; 28:61–72.

203. Jones RM, Fry AC, Weiss LW, et al. Kinetic comparison of free weight and machine power cleans. *J Strength Cond Res.* 2008; 22:1785-9.
204. Kann, L., Kinchen, S., Shanklin, S. L., Flint, K. H., Kawkins, J., Harris, W. a, Zaza, S. (2014). Youth risk behavior surveillance--United States, 2013. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 63(SS04), 1–168.
205. Kasper Andersen, Finn Rasmussen, Claes Held, Martin Neovius, Per Tynelius, Johan Sundström, Exercise capacity and muscle strength and risk of vascular disease and arrhythmia in 1.1 million young Swedish men: cohort study, *BMJ* 2015;351:h4543doi: 10.1136/bmj.h4543
206. Katzmarzyk PT y Janssen I. The economic cost associated with physical inactivity and obesity in Canada: an update. *Can J Appl Physiol.* 2004; 29: 90-107
207. Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5), 998–1005. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181930355
208. Keiner M, Sander A, Wirth K, et al. Strength performance in youth: trainability of adolescents and children in the back and front squats. *J Strength Cond Res* 2014;27:357–62
209. Kelder SH, Perry CL, Klepp K-I, Lytle LL. Longitudinal tracking of adolescent smoking, physical activity, and food choice behaviors. *Am J Public Health* 1994;84(7):1121–6
210. Kelley GA, Kelley KS: Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension* 2000, 35(3):838-843
211. Kenehisa H. – Ikegawa S. - Tsumoda N. – Fukanaga T, Strength and cross sectional areas of reciprocal muscle groups in the upper arm and thigh during adolescent, *International Journal of Sports Medicine*, 1995.
212. Knudson D. *Fundamentals of Biomechanics*. 2nd ed. New York, NY:Springer; 2007.
213. Kraemer WJ, Fry AC, Frykman PN, et al. Resistance training and youth. *Pediatr Exerc Sci* 1989; 1:336-50.

214. Krahl H, Michaelis U, Pieper HG, et al. Stimulation of bone growth through sports. A radiologic investigation of the upper extremities in professional tennis players. *Am J Sports Med* 1994; 22:751-7.
215. Kramer W. – Fleck S, *Designing resistance training programs*. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois.
216. Kravitz L, Akalan C, Nowicki K, et al. Prediction of 1 repetition maximum in high school power lifters. *J Strength Cond Res*. 2003; 17:167-72.
217. Kumar S. Selected theories of musculoskeletal injury causation. In: Kumar S, ed. *Biomechanics in Ergonomics*. Philadelphia, PA: Taylor and Francis; 2001.
218. Latash ML, Turvey MT, Bernshstein NA. *Dexterity and Its Development*. Mahwah (NJ): L. Erlbaum Associates, 1996
219. Lauersen J, Andersen T, Andersen L. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and metaanalysis. *Br J Sports Med*. 2018; 52(24):1557–63.
220. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2014; 48:871-877.
221. Lazzer S, Boirie Y, Poissonnier C, Petit I, Duche P, Taillardat M, et al. Longitudinal changes in activity patterns, physical capacities, energy expenditure, and body composition in severely obese adolescents during a multidisciplinary weight-reduction program. *Int J Obes*. 2005; 29(1):37–46.
222. Leatherdale, S. T., Manske, S., Wong, S. L. y Cameron, R. (2008). Integrating research, Policy and Practice in School-Based Physical Activity Prevention Programming: The School Health Action, Planning and Evaluation System (SHAPES) Physical Activity Module. *Health & Promotion Practice*, 10(2), 254-261.
223. LeBlanc AD, Spector ER, Evans HJ, et al. Skeletal responses to space flight and the bed rest analog: a review. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2007; 7:33-47.
224. LeBlanc, A. G., Katzmarzyk, P. T., Barreira, T. V, Broyles, S. T., Chaput, J.-P., Church, T. S., Tremblay, M. S. (2015). Correlates of Total Sedentary Time and Screen Time in 9-11 Year- Old Children around the World: The International Study

- of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. PloS One, 10(6), e0129622.
doi: 10.1371/journal.pone.0129622
225. Legerlotz K, Marzilger R, Bohm S, et al. Physiological Adaptations following Resistance Training in Youth Athletes-A Narrative Review. *Pediatr Exerc Sci* 2016;28:501-20
226. Lemura Linda. Serge P Von Dulivard, Richelle Carlonas y Joseph Andreacci. Puede el Entrenamiento Físico mejorar la Potencia Aeróbica Máxima (VO2 máx) en los niños: Una Revisión Meta-analítica. *PubliCE* (<http://sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>) 24/03/03. Pid 138.
227. Lillegard WA, Brown EW, Wilson DJ, et al. Efficiency of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity. *Pediatr Rehabil.*
228. Lloyd Rhodri S, Faigenbaum Avery D, Myer Gregory D, Stone Michael H, Oliver Jon L, Ian Jeffreys, Jeremy Moody, Clive Brewer, Kyle Pierce, UKSCA Position Statement: Youth Resistance Training UK Strength And Conditioning Association, Issue 26, 2012. www.ukzca.org.uk
229. Lloyd Rhodri S, Faigenbaum Avery D, Stone Michael H, Oliver Jon L., Jeffreys Ian, Moody Jeremy, Brewer Clive, Pierce Kyle C., McCambridge Teri M, Howard Rick, Herrington Lee, Hainline Brian, Micheli Lyle J., Jaques Rod, Kraemer William J., McBride Michael G., Best Thomas M., Ramirez Richard, Chu Donald A., Alvar Brent A., Esteve-Lanao Jonathan, Alonso Juan-Manuel, Myer Gregory D., Posicionamiento sobre el entrenamiento de fuerza en jóvenes. *Consenso Internacional de 2014, Arch Med Deporte* 2014;31(2):111-124,
230. Lloyd Rhodri S, Randor Jhon M, Ste Croix Mark B.A, Cronin Jhon B and Oliver Jon L, Changes in sprint and jump performance after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post peak height velocity, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5)/1239–1247, 2016.
231. Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, et al. Effects of 4-weeks plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *J Strength Cond Res.* 2012; 26:2812-9.

232. Lloyd RS, Oliver JL, Meyers RW, et al. Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength Cond J.* 2012; 34:55-66.
233. Lloyd RS, Oliver JL. The Youth Physical Development model: a new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal.* 2012; 34:37-43.
234. Lloyd, R.S., Faigenbaum, A.D., Stone, M.H., Oliver, J.L., Jeffreys, I., Moody, J.A., Myer, G.D. (2014). Posicionamiento sobre el entrenamiento de fuerza en jóvenes. Consenso Internacional de 2014. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(2), 111-124.
235. Lopes V, Rodrigues L, Maia J, et al. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21:663-9.
236. López Segovia Manuel, Palao Andres José, González Badillo Juan, Effect of 4 Months of Training on Aerobic Power, Strength, and Acceleration in Two Under-19 Soccer Teams, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181cc237d .
237. Low LK, Cheng HJ. Axon pruning: an essential step underlying the developmental plasticity of neuronal connections. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2006; 361:1531-44.
238. Lubans DR, Morgan PJ, Cliff DP, Barnett LM, Okely AD. Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Med.* 2010; 40:1019-1035. [PubMed: 21058749]
239. Lucia A. Inhospital exercise training in children with cancer: does it work for all? *Front Pediatr.* 2018; 6:404.
240. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, Maturation, and Physical Activity. Champaign, IL: Human Kinetics. 2004:3-20.
241. Malina RM. Weight training in youth-growth, maturation, and safety: An evidence-based review. *Clin J Sport Med.* 2006; 16(6):478-487. PubMed doi: 10.1097/01.jsm.0000248843.31874.be
242. Manson JE, Rimm EB, Stampfer M J. et al. Physical activity and incidence of insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet.* 1991; 338:774-778.

243. Mantovani A.M. & Lima M.C.S. & Agostinete R.R. & Ito I.H. & Codogno J.S. & Lynch K.R. & Fernandes R.A. Sports Practice and Bone Mass in Prepubertal Adolescents and Young Adults: A Cross-sectional Analysis Motriz, Rio Claro, v.22 n.4, p. 335-340, Oct./Dec. 2016 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-6574201600040018>
244. Mark, A. E., Boyce, W. F., & Janssen, I. (2006). Television viewing, computer use and total screen time in Canadian youth. *Paediatrics & Child Health*, 11(9), 595–599.
245. Marshall, S. J., Gorely, T., & Biddle, S. J. H. (2006). A descriptive epidemiology of screen-based media use in youth: A review and critique. *Journal of Adolescence*, 29, 333–349. doi: 10.1016/j.adolescence.2005.08.016
246. Martin Yelling & Dawn Penney (2003) Physical Activity in Physical Education: Pupil Activity Rating, Reason and Reality, *European Journal of Physical Education*, 8:2, 119-140 : <http://dx.doi.org/10.1080/1740898030080203>
247. Martínez-Gómez D, Welk G, Puertollano M, Del-Campo J, Moya J, Marcos A. Associations of physical activity with muscular fitness in adolescents. *Scandinavian J Med Sci Sport*. 2011; 21(2):310–7.
248. Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., & Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *American Journal of Epidemiology*, 167(7), 875–881. doi: 10.1093/aje/kwm390
249. McGill SM. *Low Back Disorders: Evidence-based Prevention and Rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2002.
250. McGill, H. C., McMahan, C. A., Herderick, E. E., Malcom, G. T., Tracy, R. E., & Strong, J. P. (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(Suppl. 5), S1307–S1315.
251. McGladrey B, Hannon J, Faigenbaum A, et al. High school physical educators' and sport coaches' knowledge of resistance training principles and methods. *J Strength Cond Res* 2014;28:1433–42

252. McGuigan MR, Pettigrew S, et al. The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1263-70
253. McGuigan MR, Tatasciore M, Newton RU, Pettigrew S. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.* 2009; 23(1):80-5. doi:10.1519/JSC.0b013e3181876a56
254. McGuigan Sgro M, Pettigrew MR, et al. The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res.* 2009; 23:1263-70.
255. Mediate, P., and A. Faigenbaum. *Medicine Ball for All Kids.* Monterey, CA: Healthy Learning, 2007
256. Mendiguchia, J.; Alentorn-Geli, E.; Brughelli, M. Hamstring strain injuries: Are we heading in the right direction? *Brit. J. Sport. Med.* 2012, 46, 81–85.
257. Mikkola, J., Rusko, H., Nummela, A., Pollari, T. and Häkkinen, K. Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 28: 602-611. 2007
258. Milliken LA, Faigenbaum AD, LaRousa Loud, R. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J Strength Cond Res.* 2008; 22:1339-46.
259. Milone MT, Bernstein J, Freedman KB, et al. There is no need to avoid resistance training (weight lifting) until physeal closure. *Phys Sportsmed* 2013; 41:101-5.
260. Moller NC, Groentved A, Wedderkopp N, Ried-Larsen M, Kristensen PL, Andersen LB, et al. Cardiovascular disease risk factors and blood pressure response during exercise in healthy children and adolescents: the European youth heart study. *J Appl Physiol.* 2010; 109(4):1125–32.
261. Moore, L. L., Gao, D., Bradlee, M. L., Cupples, L. A., Sundarajan- amamurti, A., Proctor, M. H., Ellison, R. C. (2003). Does early physical activity predict body fat

- change throughout childhood? *Preventive Medicine*, 37(1), 10–17. doi: 10.1016/S0091-7435(03)00048-3
262. Morales J, Padilla J, Valenzuela P, Santana-Sosa E, Rincón-Castanedo C, Santos-Lozano A,
263. Morales J, Padilla J, Valenzuela P, Santana-Sosa E, Rincón-Castanedo C, Santos-Lozano A,
264. Must, A., Bandini, L. G., Tybor, D. J., Phillips, S. M., Naumova, E. N., & Dietz, W. H. (2007). Activity, inactivity, and screen time in relation to weight and fatness over adolescence in girls. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 15(7), 1774–1781. doi: 10.1038/oby.2007.211
265. Myburgh KH, Hutchins J, Fataar AB, et al: Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. *Ann Intern Med* 1990;113(10):754-759
266. Myer G, Lloyd R, Brent J, Faigenbaum A, How Young is “Too Young” to Start Training? *ACSMs Health Fit J.* 2013; 17(5): 14–23. doi:10.1249/FIT.0b013e3182a06c59
267. Myer G, Faigenbaum A, Edwards E, Clark J, Best T, Sallis R. 60 minutes of what? A developing brain perspective for activation children with an integrative approach. *Br J Sports Med.* 2015; 49(12):1510–6.
268. Myer G, Kushner A, Brent J, et al. The back squat: a proposed assessment of functional deficits and technical factors that limit performance. *Strength Cond J* 2014;36:4–27
269. Myer G, Kushner A, Faigenbaum A, et al. Training the developing brain, part I: cognitive developmental considerations for training youth. *Curr Sports Med Rep* 2013; 12:304–10.
270. Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. *Clin. Sports Med.* 2008; 27:425Y48, ix.
271. Myer GD, Faigenbaum AD, Chu DA, Falkel J, Ford KR, Best TM, Hewett TE. Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *Phys Sportsmed.* 2011; 39:74–84. [PubMed: 21378489]

272. Myer GD, Faigenbaum AD, Edwards NM, Clark JF, Best TM, Sallis RE: Sixty minutes of what? A developing brain perspective for activating children with an integrative exercise approach. *Br J Sports Med* 2015, 49(23):1510-1516
273. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Goodman A, Ceasar A, Rauh MJ, Divine JG, Hewett TE. The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. *Clin Biomech.* 2010; 25:700–707.
274. Myer GD, Ford KR, Divine JG, Wall EJ, Kahanov L, Hewett TE. Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: a case report. *J Athl Train.* 2009; 44:101-109.
275. Myer GD, Ford KR, McLean SG, et al. The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *Am J Sports Med* 2006; 34:445–55.
276. Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, et al. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res* 2005; 19:51–60.
277. Myer GD, Lloyd RS, Brent JL, Faigenbaum AD. What “age” should youth start training? *ACSM’s Health & Fitness Journal.* In Press, 2013
278. Myer GD, Stroube BW, Dicesare CA, et al. Augmented feedback supports skill transfer and reduces high-risk injury landing mechanics: a double-blind, randomized controlled laboratory study. *Am. J. Sports Med.* 2013.
279. Myer GD, Sugimoto DST, Hewett TE. The Influence of Age on the Effectiveness of Neuromuscular Training to Reduce Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes: A Meta-Analysis. *Am. J. Sports Med.* 2012 In Press
280. Myer Gregory D., Jayanthi Neeru, Difiori John P, Faigenbaum Avery D., Kiefer Adam W, Logerstedt David, Micheli Lyle J., Sport Specialization, Part I: Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes?, *Sports Health*, 2015, doi:10.1177/1941738115598747
281. Myer, G., Quatman, C., Khoury, J., Wall, E.J., & Hewett, T.E. (2009). Youth vs adult «weightlifting» injuries presented to United States emergency rooms:

- accidental vs non-accidental injury mechanisms. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2054-2060.
282. Nakase, J.; Inaki, A.; Mochizuki, T.; Toratani, T.; Kosaka, M.; Ohashi, Y.; Taki, J.; Yahata, T.; Kinuya, S.; Tsuchiya, H. Whole body muscle activity during the FIFA 11+ program evaluated by positron emission tomography. *PLoS One* 2013, 8, doi:10.1371/journal.pone.0073898.
283. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for school and community programs to promote lifelong physical activity among young people. *J Sch Health*. 1997; 67: 202-19.
284. Neil, Kohl Harold y Paffenbarger Ralph ¿Cuánta Actividad Física es Buena para la Salud?. *Annu. Rev. Publ. Health*, 13: 99-126, Annual Reviews Inc; 1992.
285. Nemet D, Barkan S, Epstein Y, Friedland O, Kowen G, Eliakim A. Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*. 2005;115(4):e443-9.
286. Ness, A. R., Leary, S. D., Mattocks, C., Blair, S. N., Reilly, J. J., Wells, J., ... Riddoch, C. (2007). Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Medicine*, 4(3), 476-484. doi: 10.1371/journal.pmed.0040097
287. Nirschl RP: Elbow tendinosis/tennis elbow. *Clin Sports Med* 1992;11(4):851-870
288. O'Neill, Daniel B. Micheli, Lyle J. Lesiones por Sobreuso en Atletas Jóvenes. *PubliCE Standard*. 07/08/2006. Pid: 688.
289. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am. J. Sports Med*. 2004; 32:1002Y12.
290. Olsen SJ, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, Andrews JR. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2006; 34:905-912.

291. Orenstein DM, Hovell MF, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter CR, Kelsey S, et al. Strength vs aerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled trial. *Chest*. 2004;126(4):1204–14.
292. Orsso C, Tibaes J, Oliveira C, Rubin D, Field C, Heymsfield S, Prado CM, Haqq A. Low muscle mass and strength in pediatrics patients: Why should we care? *Clin Nutr*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.04.012>
293. Ortega F, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ*. 2012; 345:e7279.
294. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M: Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008, 32(1):1-11.
295. Ozmun J, Neuromuscular and Kinesthetic adaptations following strength training of visually impaired and nonvisually impaired children, *Human Development and Performance*, University of Oregon, 1992
296. Ozmun JC, Mikesky AE, Surburg PR: Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* 1994, 26(4):510-514.
297. Paffenbarger RS Jr, Hyde Rt, Wing Al, Lee-I-M, Jung DL, Kampert JB, The association og changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *M Engl J Med*, 328:538-545, 1993)
298. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Hsieh C-C. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni, *N Engl J Med*. 1986; 314:605-613
299. Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RT, Jung DL. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol*. 1983; 117:245-257.
300. Parker DF, Round JM, Sacco P, et al. A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. *Ann Hum Biol*. 1990; 17:199-211.
301. Pate, R. R., Mitchell, J. A., Byun, W., & Dowda, M. (2011). Sedentary behaviour in youth. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 906–913. doi: 10.1136/bjsports-2011-090192

302. Pate, R. R., O'Neill, J. R., & Lobelo, F. (2008). The evolving definition of “sedentary.” *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4), 173–178. doi: 10.1097/JES.0b013e3181877d1a.
303. Patel, A. V., Bernstein, L., Deka, A., Feigelson, H. S., Campbell, P. T., Gapstur, S. M., Thun, M.J. (2010). Leisure time spent sitting in relation to total mortality in a prospective cohort of US adults. *American Journal of Epidemiology*, 172(4), 419–429. doi: 10.1093/aje/kwq155
304. Patrick, K., Norman, G. J., Calfas, K. J., Sallis, J. F., Zabinski, M. F., Rupp, J., & Cella, J. (2004). Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for overweight in adolescence. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 158(4), 385–390. doi: 10.1001/archpedi.158.4.385
305. Payne VG, Morrow, Jr. JR, Johnson L, Dalton SN. Resistance training in children and youth: A meta-analysis. *Res Q Exerc Sport*. 1997; 68(1):80–88. PubMed doi:10.1080 /02701367.1997.10608869
306. Peña G, Heredia J.R, Lloret C, Martín M y Da Silva-Grigoletto M.E, Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión *Rev Andal Med Deporte*. 2016;9(1):41–49
307. Perula de Torres LA, Lluch C, Ruiz Moral R, Espejo Espejo J, Tapia G y Mengual Luque P. Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y ciertos estilos de vida en escolares cordobeses. *Rev Esp Salud Pública*. 1998; 72: 233-44.
308. Pesce C, Faigenbaum A, Goudas M, Tomporowski P. Coupling our plough of thoughtful moving to the star of children’s right to play. In: Meeusen R, Schaefer S, Tomporowski P, et al, editors. *Physical Activity and Education Achievement*. Oxon, UK: Routledge; 2018. p. 247-74
309. Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(6), 766-786
310. Pettee Gabriel, K. K., Morrow, J. R., & Woolsey, A. L. T. (2012). Framework for Physical Activity as a Complex and Multidimensional Behavior. *Journal of Physical Activity & Health*, 9(Suppl. 1), S11–S18.

311. Pfeiffer R – Francis RS, Effects of Strength training on muscle development in pre-pubescent, pubescent and postpubescent males. *Phys Sportsmed*, 1986.
312. Pierce KC, Byrd R, Stone MH. Youth weightlifting – is it safe?. *Weightlifting USA* 1999; 17:5.
313. Pitsavos, C., Panagiotakos, D. B., Tambalis, K. D., Chrysohoou, C., Sidossis, L. S., Skoumas, J., & Stefanadis, C. (2009). Resistance exercise plus to aerobic activities is associated with better lipids' profile among healthy individuals: The ATTICA study. *QJM: An International Journal of Medicine*, 102(9), 609–616. doi: 10.1093/qjmed/hcp083
314. Ploughman M. Exercise is brain food: the effects of physical activity on cognitive function. *Dev Neurorehabil* 2008;11:236–40
315. President's Council on Physical Fitness and Sports, Youth Resistance Training, Research Digest, 2003. http://www.fitness.gov/Reading_Room/Digests/Digest-september.pdf
316. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*. 2007; 23:1320.e6-1325.e6.
317. Quatman CE, Myer GD, Khoury J, et al. Sex differences in "weightlifting" injuries presenting to United States emergency rooms. *J Strength Cond Res* 2009; 23:2061-7.
318. Quynh B. Hoang, MDa, Mohammed Mortazavi, MDb Pediatric Overuse Injuries in Sports *Advances in Pediatrics* 59 (2012) 359–383
319. Raitakari, O. T., Porkka, K. V, Taimela, S., Telama, R., Rasanen, L., & Viikari, J. S. (1994). Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *American Journal of Epidemiology*, 140(3), 195–205.
320. Ramos, P., Rivera, F., Moreno, C., & Jiménez-Iglesias, A. (2012). Análisis de clúster de la actividad física y las conductas sedentarias de los adolescentes españoles, correlación con la salud biopsicosocial. *Revista de Psicología Del Deporte*, 21(1), 99–106.

321. Ramsay, J.A., C.J. Blimkie, K. Smith, S. Garner, J. MacDougall, and D. Sale. Strength training effects in prepubescent boys. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22:605–614, 1990.
322. Ratamess N, Alvar B, Evetoch T, Housh T, Kibler W, Kraemer W, Triplett N: American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41(3):687-708
323. Ratel Sébastien, High- intensity and Resistance Training and Elite Young Athletes, Armstrong N, McManus AM (eds): *The Elite Young Athlete*. *Med Sport Sci*. Basel, Karger, 2011, vol 56, pp 84–96
324. Rians C. – Weltman A. – Cahill B. – Janney C. Tippet S. – Katch F, Strength training for prepubescent males: Is it safe?, *American Journal of Sports Medicine*, 1987.
325. Riddoch, C. J., Mattocks, C., Deere, K., Saunders, J., Kirkby, J., Tilling, K., Ness, A. R. (2007). Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Archives of Disease in Childhood*, 92(11), 963–969. doi: 10.1136/adc.2006.112136
326. Rideout, V. J., Foehr, U. G., & Roberts, D. F. (2010). *Generation M2: Media in the Lives of 8 to 18 Year-Olds*. Menlo Park, CA: The Henry J. Kaiser Family Foundation. Recuperado de <http://kaiserfamilyfoundation.files.wordpress.com/2015/01/generation-m2-media-inthelives-of-8-18-year-olds-summary.pdf>
327. Righetti Jorge, Factores de riesgo en la niñez y adolescencia, Congreso Virtual de Cardiología, <http://www.fac.org.ar/cvirtual>, 2000.
328. Rizzo, N. S., Ruiz, J. R., Oja, L., Veidebaum, T., & Sjöström, M. (2008). Associations between physical activity, body fat, and insulin resistance (homeostasis model assessment) in adolescents: the European Youth Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(3), 586–592.
329. Robertson RJ, Goss FL, Andreacci JL, Dubé JJ, Rutkowski JJ, Frazee KM, et al. Validation of the Children’s OMNI-Resistance Exercise Scale of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(5):819–26.64

330. Rogasch NC, Dartnall TJ, Cirillo J, et al. Corticomotor plasticity and learning of a ballistic thumb training task are diminished in older adults. *J Appl Physiol* 2009; 107:1874–83.
331. Roman-Viñas, B., Serra-Majem, L., Ribas-Barba, L., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2008). How many children and adolescents in Spain comply with the recommendations on physical activity? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(3), 380–387.
332. Roman-Viñas, B., Serra-Majem, L., Ribas-Barba, L., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2006). Actividad física en la población infantil y juvenil española en el tiempo libre. Estudio enKid (1998-2000). *Apunts. Medicina de l'Esport*, 41(151), 86–94. doi: 10.1016/S1886- 6581(06)70016-0
333. Romero Rivera Ivan, Alayde Mendonça da Silva María, D'Andrada Tenório Almeida Silva Renata, Almeida Viana de Oliveira Bruno, Camargo Carvalho Antonio Carlos, Actividad Física, Horas de Presencia frente a la TV y Composición Corporal en Niños y Adolescentes, *Sociedad Brasileira de Cardiología, Arq Bras Cardiol* 2010; 95(2): 159-165
334. Rosengren KS, Geert JP, Savelsbergh JvdK. Development and learning: a TASC-based perspective of the acquisition of perceptual-motor behaviors. *Infant Behav Dev* 2003; 26:473–94.
335. Rowland, T.W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(5), S60-S79.
336. Rowland, Thomas W. Entrenamiento del Sistema Cardiorrespiratorio Durante la Infancia. *PubliCE Standard*. 07/11/2005. Pid: 541.
337. Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., Hurtig-Wennlöf, A., Ortega, F. B., Wärnberg, J., Sjöström, M., & Institutionen för Klinisk Medicin. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: The European Youth Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84(2), 299–303. doi: 10.3945/ajcn.2008.27261

338. Sadres E, Eliakim A, Constantini N, et al. The Effect of Long-Term Resistance Training on Anthropometric Measures, Muscle Strength, and Self Concept in Pre-Pubertal Boys. *Pediatr Exerc Sci* 2001; 13:357-72.
339. Sale D: Strength training in children. In: *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. edn. Edited by Gisolfi C, Lamp D. Carmel, IN: Benchmark Press; 1989: 165-216
340. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE. Habitual physical activity and health-related physical fitness in fourth-grade children. *Am J Dis Child* 1993;147:890–6
341. Sallis JF. Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1993; 33(4/5):403–8.).
342. Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W. C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(5), 963–975. doi: 10.1097/00005768-200005000-00014
343. Sanchez V, Gómez-Martínez S, Veiga O. Muscle fitness cut points for early assessment of cardiovascular risk in children and adolescents. *J Pediatr*. 2019;e3:134–41
344. Sander A, Keiner M, Wirth K, et al. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *Eur J Sport Sci*. 2012; First:DOI: 10.1080/17461391.2012.742572
345. Santos, R., Mota, J., Okely, A. D., Pratt, M., Moreira, C., Coelho-e-Silva, M. J., Sardinha, L. B. (2014). The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *British Journal of Sports Medicine*, 48(20), 1508–1514. doi: 10.1136/bjsports-2012-091610
346. Sarah L. West, Laura Banks, Jane E. Schneiderman, Jessica E. Caterini, Samantha Stephens, Gillian White, Shilpa Dogra and Greg D. Wells, Physical activity for children with chronic disease; a narrative review and practical applications West et al. *BMC Pediatrics* (2019) 19:12 <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1377-3>
347. Schick EE, Coburn JW, Brown LE, et al. A comparison of muscle activation between a Smith machine and free weight bench press. *J Strength Cond Res*. 2010 24: 779-84.

348. Schmalz, D. L., Deane, G. D., Birch, L. L., & Davison, K. K. (2007). A longitudinal assessment of the links between physical activity and self-esteem in early adolescent non-hispanic females. *The Journal of Adolescent Health: Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 41(6), 559–565. doi: 10.1016/j.jadohealth.2007.07.001
349. Schranz N, Tomkinson G, Olds T: What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A Systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2013, 43(9):893-907.
350. Schwanbeck S, Chilibeck PD, Binsted G. A comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography. *J Strength Cond Res*. 2009; 23:2588-91.
351. Sedentary Behaviour Research Network. (2012). Letter to the editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 540–542. doi: 10.1139/h2012-024
352. Selvadurai HC, Blimkie CJ, Meyers N, Mellis CM, Cooper PJ, Van Asperen PP. Randomized controlled study of in-hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2002; 33(3):194–200.
353. Seok-Ki Min, Taewoong Oh, Sang Hyun Kim, Jinkyung Cho, Ho Yeon Chung, Dong-Ho Park, Chang-Sun Kim, Position Statement: Exercise Guidelines to Increase Peak Bone Mass in Adolescents *Journal of Bone Metabolism*(2019), 26 (4):225 <http://dx.doi.org/10.11005/jbm.2019.26.4.225>
354. Serrano Sánchez, José Antonio – López Calbet José Antonio, *El entrenamiento de la fuerza en la iniciación deportiva*, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2002.
355. Sewall L – Micheli L, *Strength training for children*, *The Journal of Pediatrics Orthopedia Strabismus*, 1986.
356. Shea S, Basch CE, Gutin B, et al. The rate of increase in blood pressure in children 5 years of age is related to changes in aerobic fitness and body mass index. *Pediatrics* 1994; 94(4): 465–70.

357. Shenk D. The genius in all of us: why everything you've been told about genetics, talent, and IQ is wrong. 1st edn. New York: Doubleday, 2010. xi, 302 p. p.
358. Siegal J, Carnaione D & Manfredi L, The effects of upper body resistance training in prepubescent children. *Pediatrics Exercise Science*, 1989.
359. Smith A, Andrish J, Micheli L. The prevention of sports injuries of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25:1-7.
360. Smith J, Eather N, Weaver R, Riley N, Beets M, Lubans D. Behavioral correlates of muscular fitness in children and adolescents: a systematic review. *Sports Med.* 2019; 49(6):887–904.
361. Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR: The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014, 44(9):1209-1223
362. Smith RE, Smoll FL, Cumming SP. Motivational climate and changes in young athletes' achievement goal orientations. *Motivation & Emotion.* 2009; 33:173–183.
363. Soares, J.M.C. - Mota P. – Duarte J.A. – Appeli H.J, Children are less susceptible to exercise induced muscle damage than adults: a preliminary investigation. *Pediatrics Exercise Science*, 1996.
364. Sociedad Argentina de Pediatría, ¿Cómo incluir el ejercicio físico en el estilo de vida de la familia?, PRONAP módulo N°2, 2005.
365. Sociedad Argentina de Pediatría, Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil, Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones, *Arch Argent Pediatr* 2018;116 Supl 5:S82-S91
366. Sociedad Argentina de Pediatría, Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría; Sedentarismo. *Arch. argent. pediatr* 2005;103(5):450-475
367. Stoner, L., Rowlands, D., Morrison, A., Credeur, D., Hamlin, M., Gaffney, K, Matteson, A. (2016). Efficacy of exercise intervention for weight loss in overweight and obese adolescents: Meta-analysis and implications. *Sports Med.* 2016 Nov; 46(11):1737-1751. doi: 10.1007/s40279-016-0537-6.

368. Stracciolini A, Casciano R, Friedman HL, Meehan WP, Micheli LJ. A closer look at overuse injuries in the pediatric athlete. *Clin J Sport Med.* 2015; 25:30-35.
369. Stroube B, Myer GD, Brent JL, et al. Effects of task-specific augmented feedback on deficit modification during performance of the tuck jump exercise. *J. Sport Rehabil.* 2013; 22:7Y18.
370. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013; 21:41-50.
371. Tammelin, T., Laitinen, J., & Näyhä, S. (2004). Change in the level of physical activity from adolescence into adulthood and obesity at the age of 31 years. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 28(6), 775–782. doi: 10.1038/sj.ijo.0802622
372. Telama, R., Yang, X., Viikari, J., Välimäki, I., Wanne, O., & Raitakari, O. (2005). Physical activity from childhood to adulthood: A 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(3), 267–273. doi: 10.1016/j.amepre.2004.12.003
373. Thelen E. Motor development. A new synthesis. *Am Psychol* 1995; 50:79–95.
374. Thomas, K., French, D. and Hayes, P.R. The effect of plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23: 332–335. 2009.
375. Thornton JS, Fremont P, Khan K, Poirier P, Fowles J, Wells GD, et al. Physical activity prescription: a critical opportunity to address a modifiable risk factor for the prevention and management of chronic disease: a position statement by the Canadian academy of sport and exercise medicine. *Br J Sports Med.* 2016; 50(18):1109–14.
376. Thorp, A. A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D. W. (2011). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: A systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 207–215. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.004

377. Tomassoni TL. Introduction: the role of exercise in the diagnosis and management of chronic disease in children and youth. *Med Sci Sports Exercise* 1996; 28(4):403–5.
378. Tonson A, Ratel S, Le Fur Y, et al. Effect of maturation on the relationship between muscle size and force production. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:918-25
379. Tremblay, M. S., Colley, R. C., Saunders, T. J., Healy, G. N., & Owen, N. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(6), 725–740. doi: 10.1139/H10-079
380. Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C Gorber, S. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 98. doi: 10.1186/1479-5868-8-98
381. Tresieras MA, Balady GJ: Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009, 29(2):67-75
382. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, et al. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40:181-8.
383. Tsolakis C. – Vagenas G. – Dessypris A., Adaptación de la fuerza y respuesta hormonales al entrenamiento y desentrenamiento de la fuerza en varones preadolescentes, <http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>, 2005
384. UK Department of Health. (2011). Start Active, Stay Active: A Report on Physical Activity from the Four Home Countries' Chief Medical Officers. London: National Institute for Health and Care Excellence. Recuperado de <https://www.gov.uk/government/publications/startactive-stay-active-a-report-on-physical-activity-from-the-four-home-countries-chiefmedical-officers>
385. Ungerleider L, Doyon J, Karni A. Imaging brain plasticity during motor skill learning. *Neurobiol Learn Mem* 2002; 78:553–64.
386. United States Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans. 2nd ed. Washington, DC: Department of Health and Human Services; 2018.

387. Van Sluijs, E. M. F., Page, A., Ommundsen, Y., & Griffin, S. J. (2010). Behavioural and social correlates of sedentary time in young people. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 747– 755. doi: 10.1136/bjism.2008.049783
388. Vaynman, S., & Gomez-Pinilla, F. (2006). Revenge of the “sit”: How lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *Journal of Neuroscience Research*, 84(4), 699–715. doi: 10.1002/jnr
389. Vázquez, I., Zapico, R., Díez, J. y Rodríguez, C. (2008). Actividad física, ocio sedentario, falta de sueño y sobrepeso infantil. *Psicothema*, 20(4), 516-520
390. Vrijens F, Muscle Strength development in the pre – and the post pubescent age. *Medicine and Sport*, 1978.
391. Waimey KE, Cheng HJ. Axon pruning and synaptic development: how are they per-plexin? *Neuroscientist* 2006; 12:398–409.
392. Waldén, M.; Atroshi, I.; Magnusson, H.; Wagner, P.; Hägglund, M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2012, 344, doi:10.1136/bmj.e3042.
393. Warburton, D., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., & Bredin, S. S. (2010). A systematic review of the evidence for Canada’s physical activity guidelines. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 39. doi: 10.1186/1479-5868-7-39
394. Warden SJ, Hurst JA, Sanders MS, et al. Bone adaptation to a mechanical loading program significantly increases skeletal fatigue resistance. *J Bone Miner Res* 2005; 20:809- 16.
395. Warner, Jon J P. Micheli, Lyle J. Lesiones Músculo-Esqueléticas en Niños y Adolescentes. *PubliCE Standard*. 14/08/2006. Pid: 690.
396. Watkins J, Peabody P: Sports injuries in children and adolescents treated at a sports injury clinic. *J Sports Med Phys Fitness* 1996;36(1):43-48
397. Weltman A, Janney C, Rians CB, Strand K, Berg B, Tippitt S, Wise J, Cahill BR, Katch FI. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. *Med Sci Sports Exerc*. 1986 Dec; 18(6):629-38.

398. Westcott WL (1991), A new look at youth fitness, *Am Fitness Q*, 11:16-19.
Citado en: Del Rosso Sebastina, Entrenamiento de sobrecarga en niños – una revisión bibliográfica de los trabajos publicados los años 60 hasta la actualidad, Simposio virtual e internacional de entrenamiento con sobrecarga en niños y adolescentes, grupo sobreentrenamiento, 2007.
399. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med*. 1997;337:869–873
400. WHO. Global recommendations on physical activity for health. 2010.
401. WHO. The global burden of disease: 2004 update. 2008.
402. WHO. The world health report 2002 - Reducing Risks, Promoting Healthy Life 2002
403. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:475–82
404. World Health Organization. (2014). Global status report on noncommunicable diseases. Attaining the nine global noncommunicable diseases targets; a shared responsibility. Geneva, Switzerland: World Health Organization Press. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf?ua=1
405. Yan X, Zhu MJ, Dodson MV, et al. Developmental programming of fetal skeletal muscle and adipose tissue development. *J Genomics*. 2012;1:29-38.
406. Young, W.B. Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1: 74-83. 2006
407. Zafeiridis A, Dalamitros A, Diplá K, et al. Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens and men. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37:505-12.
408. Zaichkowsky L, The effects of strength training and detraining on children, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1996, 10(2), 109-114.
409. Zwolski C, Quatman-Yates C, Paterno M. Resistance training in youth: laying the foundation for injury prevention and physical literacy. *Sports Health*. 2017; 9(5):436–43.