

---

## PARTE VI

# EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO INTENSIVO EN LOS NIÑOS

### INTRODUCCIÓN

No se conocen completamente las respuestas fisiológicas al entrenamiento deportivo en los años de la pubertad, obstaculizando la capacidad para ofrecer a los niños (preadolescentes) atletas pautas para realizar el entrenamiento y la competencia de manera segura. Sin embargo las evidencias científicas disponibles en relación con los riesgos y beneficios de iniciar el entrenamiento en una edad temprana, son tranquilizantes.

Los atletas preadolescentes son fisiológicamente diferentes a los niños no atletas, y estas diferencias imitan las observadas entre los atletas y los adultos sedentarios, aunque en un menor grado. No se han encontrado documentos que afirmen que el entrenamiento intensivo desencadene adaptaciones fisiológicas en el niño atleta. Virtualmente toda la información es de naturaleza de corte transversal al diferenciar los rasgos genéticamente adquiridos de los que resultan de los efectos del entrenamiento. Asimismo, no es claro que el grado de entrenamiento en los años de la infancia mejore los resultados de rendimiento. Es muy complicado verificar la verdad de los efectos fisiológicos y de rendimiento producidos por el entrenamiento en los niños atletas, debido a que los cambios característicos de la maduración biológica normal, son similares a los alcanzados a través del entrenamiento.

Los riesgos potenciales de las tensiones en el entrenamiento de los niños en crecimiento tienen intereses aumentados pero hay muy poca evidencia de que el desarrollo de los sistemas del cuerpo sufra efectos adversos a largo término debido al entrenamiento intensivo realizado desde temprana edad. Ninguna de las características cardiovasculares o pulmonares de

los niños atletas parece ser perjudicial para la salud. Al contrario, las diferencias que separan los atletas preadolescentes de los que no son atletas parecen reflejar una superior eficiencia funcional, la cual se convierte en un rendimiento atlético mejorado. Sin embargo, lesiones causadas por el uso extremo de las regiones epifísicas de las muñecas y los codos de los gimnastas y de los pitchers de baseball respectivamente, proporcionan evidencia de que existe daño potencial en los centros de crecimiento (Rowland, 1993<sup>339</sup>; Rowland, 1997<sup>340</sup>).

La aparición del niño atleta en las arenas del deporte mundial ha sido vista con temor y preocupación (Maffulli y Helms, 1988<sup>341</sup>; Zauner Maksud, y Melichna, 1989<sup>342</sup>, Wiersma, 2000<sup>343</sup>). Los niños están logrando desempeños de talla mundial tan solo en sus primeros años de adolescencia en un ámbito deportivo cada vez más amplio, particularmente, nadadores, gimnastas, figuras del patinaje y tenis. Aunque no está claramente documentado, hay una pequeña inquietud en que el número de estos jóvenes atletas altamente entrenados está en aumento, una tendencia que es probable que continúe así como la cobertura de los medios de comunicación crea modelos de conducta para las generaciones siguientes.

En los juegos Olímpicos de Atlanta y Nagano los récords mundiales establecidos y las medallas de oro alcanzados fueron otorgados a atletas muy jóvenes y en la mitad de su adolescencia. Estos atletas de nivel internacional estuvieron comprometidos con el deporte a altas intensidades, este aspecto hace que crezca la participación de los jóvenes en especializarse en un deporte específico como la gimnasia, o el patinaje artístico, o el tenis de campo o la natación (Nash, 1987<sup>344</sup>; Leglise, 1996<sup>345</sup>; Rowland, 1997<sup>346</sup>).

El entrenamiento intensivo y la actitud competitiva representa un riesgo para el desarrollo de los atletas de élite? No sería inusual encontrar que un campeón de campo traviesa de 15 años ha sido entrenado durante 50mi a la semana, regularmente desde los años preadolescentes – un

---

tiempo normalmente destinado al desarrollo físico, emocional, educacional y social. Tanto las piernas, el corazón y los pulmones de un atleta habrán sido puestos bajo las tensiones del entrenamiento que alguna vez se consideraron rigurosas incluso para los atletas adultos de élite. ¿Pueden esperarse efectos perjudiciales de esta intensiva participación durante los años del crecimiento, efectos que predispongan al atleta a unas consecuencias a largo plazo? Si esto sucede, ¿debería limitarse la cantidad de entrenamiento y competencia de los atletas jóvenes?

Las bases científicas para tratar estas preguntas se han rezagado claramente tras el creciente número de atletas jóvenes y la limitada información en la investigación que se posee no ha suministrado aún propuestas contundentes. El entrenamiento está designado para crear tensión en los sistemas corporales y el potencial de daños en los tejidos del crecimiento – con posibles implicaciones a largo plazo – es problemático. Por otra parte, es provisionalmente tranquilizador que los atletas jóvenes parezcan saludables, como los atletas adultos que comenzaron su entrenamiento durante la infancia. Además, los atletas pueden obtener ciertos beneficios, tanto fisiológicos (Ej.: la reducción de los factores de riesgo en la arteria coronaria y reducción de la grasa corporal) y psicológicos (Ej: el aumento de la auto confianza, disciplina) de su temprana participación deportiva.

Calcular el impacto del entrenamiento intensivo en los niños atletas no es fácil. Notando que “Los efectos que tienen estos programas de entrenamiento en las dinámicas de crecimiento de los niños son asuntos que justifican un estudio considerable”, (Bailey and Mirwald, 1988)<sup>347</sup>. Esbozando las supuestas dificultades, se tiene que:

1. Los atletas jóvenes están involucrados en una extensa variedad de deportes, cada uno de ellos con sus propias y únicas tensiones por el entrenamiento. El impacto fisiológico de los jugadores de Lacrosse por ejemplo, puede ser muy diferente de los gimnastas.

2. La edad en la que comienzan el entrenamiento, el estatus del desarrollo del niño y la intensidad del entrenamiento influyen en la tensión de la participación deportiva.
3. El atleta preadolescente es relativamente un nuevo fenómeno. El número de niños atletas de élite no es amplio y no ha pasado el tiempo suficiente para que los investigadores puedan medir los efectos a largo plazo del entrenamiento temprano.
4. Las respuestas psicológicas del entrenamiento imitan las creadas por el desarrollo y el crecimiento biológico, haciendo difícil distinguir entre el “saludable efecto” del entrenamiento y el efecto de solo una maduración norma.
5. Examinando las características de los niños atletas comparados con las de los no atletas, los investigadores encontraron que es difícil separar los efectos de la participación deportiva de los efectos de la presentación genética.

Pese a estos obstáculos, en este capítulo estimaremos el potencial de riesgos y beneficios provocados por el intensivo entrenamiento durante los años preadolescentes. Las diferencias psicológicas que separan los niños atletas de los que no lo son serán revisadas y los datos actuales que conducen el estrés a los sistemas de órganos específicos en los jóvenes competidores serán examinados. Siguiendo una discusión de los beneficios fisiológicos del entrenamiento atlético temprano, una serie de pautas propuestas para el entrenamiento y competencia de los niños preadolescentes será presentada.

## **CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE LOS NIÑOS ATLETAS**

De un punto similar de partida, a los 8 años de edad los picos de incremento de la capacidad aeróbica ( $VO_2$ ), aumenta alrededor de un 150% en niños y en un 80% en niñas (Armstrong, Welsman, 1994<sup>348</sup>; 2000<sup>349</sup>).

---

Comparando los perfiles fisiológicos entre los jóvenes competidores y los que no lo son, parecería ser el medio más simple de calcular el impacto fisiológico de la participación deportiva durante la infancia. Es decir, anticiparíamos las características de los niños atletas de élite que suministran información, observando las alteraciones fisiológicas que resultan del entrenamiento deportivo temprano. Desgraciadamente, varios factores desconcertantes limitan la utilidad de tales comparaciones. Lo más importante entre éstas es que es imposible que unos estudios de corte transversal determinen si las características de los niños atletas representan el resultado del entrenamiento o simplemente son expresiones de características fisiológicas heredadas que permiten el desempeño atlético de élite. Si lo segundo es verdad, estas características no son indicio de los efectos del entrenamiento y competencia tempranos. No hay duda de que el talento adquirido genéticamente contribuye en gran manera al buen estado fisiológico. Se estima que esta influencia hereditaria varía, pero la mayoría de estudios sugiere que al menos del 30 al 50% del máximo poder aeróbico puede estar relacionado con efectos genéticos (Bouchard, 1986)<sup>350</sup>.

No está totalmente claro si los niños preadolescentes responden fisiológicamente al entrenamiento en el mismo grado que los adultos (Rowland, 1985)<sup>351</sup>. Si no lo hacen, los perfiles fisiológicos de los niños atletas no reflejarán la influencia del entrenamiento y la competencia. Si las respuestas fisiológicas del entrenamiento en los niños son las mismas de los adultos, ellas imitarán estrechamente los mismos cambios que ocurren con el crecimiento y el desarrollo. Las diferencias fisiológicas entre los niños atletas y los no atletas podrían entonces reflejar diferentes niveles de maduración biológica.

Con estas consideraciones en mente, ¿qué podemos saber acerca de las características fisiológicas de los niños atletas bien entrenados? Se han investigado participantes de varios deportes, pero ha habido poca evaluación a fondo de alguna actividad atlética en particular. Este capítulo se centra en informes que están relacionados con los atletas

preadolescentes entrenados, ignorando los estudios de atletas adolescentes mayores quienes pueden haber sido entrenados en la infancia.

### **Corredores**

La mayoría de la información concierne a los corredores. Mayers y Gutin (1979)<sup>352</sup>, compararon las características fisiológicas de 8 corredores de élite a campo traviesa y entre los 8 y 11 años de edad con las características de sujetos controlados no entrenados. Ambas realizadas en cinta rodante. Los valores promedio de  $VO_2$ max para los corredores y los sujetos controlados fueron de 56,6 y 46,0 ml/kg/min respectivamente ( $p < .05$ ). Los corredores demostraron significativamente frecuencias cardíacas más bajas, como el  $VO_2$  en una dada velocidad submáxima, pero las diferencias de economía desaparecieron cuando los investigadores consideraron las estaturas de los sujetos. El promedio máximo de ritmo cardíaco fue de 203 latidos por minuto para los corredores y 205 latidos por minuto para los sujetos control ( $p < .05$ ).

Sundberg y Eloviano (1982)<sup>353</sup> reportaron conclusiones en 12 niños de 12 años que llevaban de 2 a 5 años de entrenamiento atlético intensivo. Los corredores demostraron un significativo  $VO_2$ max más alto durante el test en bicicleta que los sujetos control no entrenados (59.3 vs 51.1 ml/kg/min), considerando que el promedio de frecuencia cardíaca máxima fue de 192 y 197 latidos por minuto ( $p < .05$ ). No se observaron diferencias significantes en la función pulmonar en reposo (capacidad vital,  $FEV_1$ ), ritmo cardíaco, volumen del corazón (por rayos x) o presión sanguínea entre los 2 grupos.

Vaccaro y Poffenbarger (1982)<sup>354</sup>, describieron estudios sobre la función pulmonar en reposo en 8 corredoras de 10 a 14 años que habían sido entrenadas de 40 a 56 km por semana durante 1 año. Los valores promedio para la capacidad vital forzada, ventilación voluntaria máxima,  $FEV_1$  y capacidad de difusión (reposo y en ejercicio) fueron más altas en

---

los atletas que en los sujetos control, pero las diferencias no alcanzaron diferencias estadísticas significativas.

Van Huss et al. (1988), estudiando corredoras de élite, encontró que 22 chicas de 9 a 15 años mostraron un promedio de  $VO_2$ max de 59.9 ml/kg/min comparado con 47.2 ml/kg/min en las mismas edades de los sujetos no atletas. Para los corredores masculinos y los sujetos controlados, los valores fueron de 65.9 y 56.7 ml/kg/min, respectivamente ( $p < .01$ ). Reuniendo los valores promedio para todos los atletas se indicó una disminución en la presión sanguínea submáxima, un nivel de lactato y un ritmo cardíaco más bajo, pero no hubo diferencias significativas entre los sujetos de control a un ejercicio máximo.

Thoren y Asano (1984)<sup>355</sup>, compararon las conclusiones fisiológicas entre los 5 primeros y los 5 últimos finalistas de 481 jóvenes competidores en 1700 m de carrera. Los primeros finalistas habían estado entrenando por un promedio de 4 años para los hombres y 2 años y medio para las mujeres y de 2 a 10 km, 2 o 3 sesiones semanales. Los últimos finalistas no habían entrenado en carreras. El  $VO_2$ max fue mayor en los niños entrenados (51.4 vs. 39.2 ml/kg/min para los chicos y 54.5 vs. 41.2 ml/kg/min para las chicas) la frecuencia cardíaca de reposo fue más bajas y los volúmenes cardíacos altos en hombres como en mujeres, pero no hubo diferencias en la frecuencia cardíaca y los volúmenes cardíacos en los entrenados y no entrenados durante un test en bicicleta de ejercicio submáximo. Los niveles de presión sanguínea en reposo y en ejercicio fueron similares en los corredores y los sujetos de control, mientras se probaba la función pulmonar en reposo (capacidad vital, ventilación voluntaria máxima).

Nudel et al., (1989)<sup>356</sup>, evaluó la potencia aeróbica en 10 chicos y 6 chicas de 8 a 17 años que habían sido entrenados por 3 a 5 años con un promedio de 48 a 168 km por semana; 7 sujetos hicieron maratones complejas. El promedio de  $VO_2$ max fue 64.0 ml/kg /min en los corredores comparado con 43.2 en los sujetos control no entrenados.

## Otros atletas

Andrew et al (1972)<sup>357</sup>, mostraron que los nadadores preadolescentes entrenados presentaron una capacidad vital; FEV1, y capacidad de difusión (relacionada con la estatura) mayores que los sujetos de control no entrenados. Yost, Zauner y Jaeger (1981)<sup>358</sup> no pudieron encontrar diferencias en la capacidad vital forzada en nadadores competitivos de 9 a 17 años comparado con los sujetos control, sin embargo la capacidad de difusión era mayor en los nadadores en reposo y durante el ejercicio. Bloomfield et al., (1984)<sup>359</sup>, reportaron diferencias no significativas en los test de función de descanso pulmonar en 112 nadadores y 65 jugadores de tenis de 7 a 12 años de edad y sujetos de control. Schumucker y Hollmann (1974)<sup>360</sup>, reportaron una diferencia no significativa la potencia máxima aeróbica durante un test en bicicleta (ergométrica), probando 10 nadadores masculinos entrenados de 6 a 11 años de edad comparado con los sujetos de control no entrenados (48.3 y 47.5 ml/kg/min, respectivamente).

Se reportó en 2 estudios que no incluyeron sujetos no deportistas por comparación. La potencia máxima aeróbica durante las pruebas de cinta rodante de pequeños grupos de jugadores de tenis preadolescentes. Carlson y Cera (1984)<sup>361</sup>, describieron los valores de  $VO_2$ max de 60.3 y 52.3 ml/kg/min en hombres y mujeres respectivamente comparable con niveles de 56.3 y 52.6 ml/kg/min reportados por Buti, Elliott y Morton (1984)<sup>362</sup>.

Gratas et al (1988)<sup>363</sup>, compararon las respuestas ventilatorias al ejercicio en 14 chicos preadolescentes (quienes participaron en fútbol, ciclismo, natación y patinaje en el hielo) con las respuestas de sujetos no entrenados. El promedio de  $VO_2$ max durante los test de bicicleta hallados fue de 49.4 ml / kg /min en los atletas y 41.3 ml/kg/min en los sujetos de control. Los valores promedio para la ventilación, el equivalente ventilatorio para el oxígeno y la frecuencia respiratoria fueron significativamente bajos para los chicos entrenados en todos los niveles

---

de trabajo, mientras los volúmenes de tidal fueron mayores. El umbral anaeróbico (por parámetros ventilatorios) fue el 70% de  $VO_2$ max para ambos grupos.

Se midió el consumo de oxígeno, el ritmo y el trabajo cardíaco (por la doble respiración de  $CO_2$ ) durante un ejercicio submáximo en el cicloergometro (bicicleta ergométrica) en 12 jugadores de Hockey de 12 años de edad. Con una carga idéntica de trabajo, los atletas y los sujetos de control no atletas no se detectaron diferencias la frecuencia cardíaca, el volumen del latido (volumen sistólico). Tampoco mostraron diferencias en los volúmenes pulmonares, ritmo de la circulación o capacidad de difusión. Cunningham, Telford y Swart (1976)<sup>364</sup>, reportaron un promedio del valor de  $VO_2$ max de 56.6 ml/kg/min en 15 niños de 9 a 10 años que habían sido incluidos en competencias de hockey por aproximadamente 4.4 años.

Hakinen, Mero y Kauhanen (1989)<sup>365</sup>, compararon los perfiles fisiológicos de preadolescentes de 11 a 13 años como corredores, velocistas, levantadores de pesas y sujetos de control; en este estudio hubo sólo 4 sujetos en cada grupo. Los corredores mostraron un significativo y mayor  $VO_2$ max durante las pruebas cinta rodante que los otros sujetos (66.5 ml/kg/min) y los levantadores de pesas fueron capaces de generar una fuerza isométrica máxima en una prueba con un extensor de los músculos de las piernas. No se observaron diferencias significativas en el desempeño de la explosión (salto vertical) entre los 3 grupos de atletas.

En resumen, aunque lejos de ser exhaustivos, estos datos parecen indicar que el perfil fisiológico de los atletas preadolescentes competitivos es similar al de los atletas adultos cuando se comparó con los sujetos no atléticos. Más específicamente, la potencia aeróbica máxima es significativamente mayor en la resistencia de los niños atletas que en sus contemporáneos no entrenados, reflejando una capacidad cardíaca funcional superior.

Sin embargo, alguna información sugiere que estas diferencias entre los atletas y los no atletas pueden ser cuantitativamente menor en la población pediátrica. Por ejemplo, los corredores preadolescentes de élite muestran niveles de  $VO_2\text{max}$  de 60 a 65 ml/kg/min comparado con los valores promedio normales de aproximadamente 50 ml/kg/min para esta edad. Por otra parte, en los adultos jóvenes, los corredores de maratón de clase mundial y los patinadores a campo traviesa pueden manifestar niveles de  $VO_2\text{max}$  de 70 a 80 ml/kg/min.

Posiblemente, el fracaso del niño atleta para alcanzar el nivel de adaptación fisiológica observada en el atleta adulto de élite, puede ser explicada por el largo período de entrenamiento del atleta adulto, la habilidad del atleta preadolescente para mejorar la función aeróbica o una “eliminación” sobre tiempo de los atletas jóvenes con bajas capacidades de buen estado físico.

Asimismo, pueden ofrecerse varias explicaciones para el “mejorado” perfil fisiológico de los atletas preadolescentes comparado con sus contemporáneos no entrenados: los atletas preadolescentes son desarrolladamente avanzados comparados con los no atletas, los atletas preadolescentes no se han beneficiado del verdadero efecto del buen estado físico a través del entrenamiento o los niños atletas poseen la capacidad genética para un estado físico aeróbico superior. La investigación de la información actual permite una pequeña comprensión de la relativa contribución de estos factores.

---

## **RIESGOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO INTENSIVO TEMPRANO.**

¿Qué evidencia hay disponible para indicar que el excesivo entrenamiento físico crea un daño fisiológico inaceptable en el crecimiento del niño? En este contexto “inaceptable” implica un perjuicio en la maduración biológica normal que puede tener un gran rango de consecuencias. La lista de problemas potenciales es larga y aún el cuerpo de investigación que examina la realidad de estos problemas es pequeño. Al mismo tiempo, la necesidad de suministrar unas pautas para un entrenamiento seguro en los jóvenes competidores está aumentando. Las siguientes secciones exponen el actual rendimiento de los riesgos fisiológicos causados por los regímenes de entrenamiento intensivo del niño en crecimiento.

### **Estrés cardíaco**

Considerando que los extremos en la actividad física pueden poner a prueba negativamente el sistema cardiovascular que probablemente comenzó con Milciades quien se desplomó muerto en el año 490 A.C. después de haber corrido 175 millas cargando las noticias de la victoria de Grecia sobre los Persas en Maratón. (Sus últimas palabras “Regocíjense, vencimos” suministran una pequeña pista de cómo un mecanismo desfalleció).

Las investigaciones en animales suministran credibilidad al concepto de que el ejercicio inducido afecta al corazón. Cuando las ratas son ejercitadas hasta quedar exhaustas, el examen histórico del corazón indica grandes lesiones mitocondriales, con hinchazón y ruturas en la cabeza. (King y Gollnick, 1970<sup>366</sup>; Sugimot, Alison y Guyton, 1973)<sup>367</sup>.

Estos cambios parecen ser reversibles rápidamente, sin embargo, desaparecen totalmente en 24 horas. Maher et al. (1972)<sup>368</sup>, investigaron las implicaciones funcionales de estas alteraciones morfológicas reportando que el aislado músculo cardíaco de las ratas exhaustas por el

ejercicio, comparado con los corazones de los animales de control, demostró una tensión isométrica reducida, disminuyendo la velocidad del latido y un desarrollo depresivo de la tensión isométrica en respuesta a la norepinefrina exógena.

La naturaleza y aspectos temporales de estas conclusiones soportan un paralelo interesante a ciertas características ecocardiográficas observadas en la resistencia de los atletas humanos adultos después de una competencia extendida (Raven y Stevens, 1988)<sup>369</sup>. Niemela et al (1984)<sup>370</sup> estudiaron a 13 atletas experimentados antes y después de una competencia ininterrumpida de 24 horas de carrera. Dimensión final diastólica del ventrículo izquierdo (LVED) disminuía en un 7% con una caída en la fracción de la fuerza del latido de 38 a 32 %. La velocidad promedio de la fibra circunferencial de la fuerza del latido declinó en un 9%. No se observaron anomalías electrocardiográficas y los cambios ecocardiográficos se resolvieron en 2 a 3 días después de la carrera.

Características ecocardiográficas similares que sugieren un daño reversible han sido reportadas (Seals et al. 1988)<sup>371</sup>. Estas alteraciones al menos pueden ser explicadas por cambios en estados de hidratación (precarga); son acompañadas por cambios electrocardiográficos, acidosis o anomalías en concentraciones de electrolitos de suero sanguíneo. Así como Douglas, O'Toole et al., (1987)<sup>372</sup>, en los resultados de estos estudios "sugieren que una lesión cardíaca irreversible es insignificante, si es que está presente en verdad". Tales estudios ecocardiográficos no han sido desarrollados aún en atletas preadolescentes.

Varios informes han indicado un aumento en creatina Kinasa (CK) y en la proporción de la isoenzima CK- MB, un marcador tradicional de arritmia miocárdica, siguiendo eventos de carrera de distancia por adultos atletas competitivos. Las prontas preocupaciones de que estas observaciones indican tensión cardíaca con el ejercicio han sido disipadas por los resultados de electrocardiogramas y scintigramas, en los atletas (Siegel, Silverman y Holman, 1981)<sup>373</sup>. Parece que el músculo óseo entrenado es

---

el origen de la elevada actividad del suero sanguíneo CK-MB después del ejercicio.

Kabara y Morris (1988)<sup>374</sup>, no pudieron encontrar diferencias significativas en el descanso total de CK entre los corredores de élite, luchadores y no atletas de 9 a 18 años de edad. En pocos casos la CK-MB estuvo presente. En un estudio de chicos preadolescentes activos pero no entrenados el total de CK se elevó en respuesta a 30 min de una carrera de rutina en descenso contrarreloj, pero no se detectó CK-MB (Webber, Byrnes, Rowland y Foster (1989)<sup>375</sup>.

Los atletas adultos altamente entrenados mostraron una constelación de resultados clínicos cardíacos colectivamente calificados de “corazón de atleta” (Douglas, 1989<sup>376</sup>; Rost y Hollman, 1983)<sup>377</sup>.

Las características que incluyen la bradicardia en reposo, cardiomegalia, suave susurro sistólico, señales electrocardiográficas de una dilatación ventricular y cambios ecocardiográficos, presumiblemente reflejan las consecuencias fisiológicas de un entrenamiento a largo plazo. Por consiguiente es pertinente determinar si estas características son evidentes en los atletas preadolescentes y examinar las implicaciones de estos resultados para la salud, a largo plazo.

Las características ecocardiográficas del “corazón de atleta” en el adulto han sido estudiadas extensivamente y varias revisiones excelentes están disponibles (Maron, 1986<sup>378</sup>; Rost y Hollman, 1983). Las dimensiones de las cavidades cardíacas usualmente son significativamente mayores que las de los no atletas, sin embargo, es importante anotar que las diferencias de las dimensiones cardíacas entre los atletas y los no atletas son pequeñas usualmente y los valores para los sujetos atletas raramente exceden la escala normal. Por ejemplo, el promedio de valores de LVED en la resistencia de los atletas (nadadores, corredores) típicamente es de 54 a 56 mm, comparado con un valor esperado en los no atletas de 46 mm aproximadamente. Incluso las grandes dimensiones reportadas en atletas (aproximadamente 60 mm) son mucho menores que las

dimensiones de pacientes con un significativo daño ventricular izquierdo. El grosor del septum ventricular (VS) y la pared posterior del ventrículo izquierdo (LVPW) es también frecuentemente mayor en atletas (particularmente aquellos involucrados en entrenamiento pesado), pero de nuevo estos valores usualmente están dentro del rango normal y típicamente son solo del 14% al 19% mayores que en los sujetos sedentarios.

No existe una evidencia clara de que los resultados fisiológicos cardíacos reflejen cómo “el “corazón de atleta” es un daño para la salud a largo plazo (Crawford y Orouke, 1979)<sup>379</sup>. Una muerte cardíaca repentina ocurre en atletas de todas las edades pero casi siempre pueden ser señaladas para subrayar enfermedades congénitas del corazón o adquiridas. Las características del “corazón de atleta” experimentan un retroceso si el entrenamiento es abandonado, pero persisten si se continúa con el entrenamiento durante la mitad de los años adultos. Los estudios de longevidad de los atletas no han mostrado ni incremento constante ni una disminución en el lapso de vida.

Varios estudios se han dirigido al “corazón de atleta” en los atletas preadolescentes. Clínicamente, Rowland, Delaney y Siconolfi (1987)<sup>380</sup>, no pudieron encontrar diferencias electrocardiográficas o musculares entre los nadadores preadolescentes entrenados y los sujetos de control no atléticos, a pesar de que el promedio de ritmo cardíaco en descanso fue significativamente más bajo en los nadadores. Los electrocardiogramas de los niños corredores de fondo descritos por Nudel et al. (1989)<sup>381</sup>, fueron también normales.

Los datos de ecocardiografías en reposo han sido examinados en atletas preadolescentes entrenados comparados con sujetos de control no entrenados realizados por estatura, peso, el área de superficie del cuerpo, o masa libre de grasa. De los siete estudios, cinco describen un mayor promedio de LVED en los sujetos atletas (pese a que dos estudios presentaron información insuficiente que permitiera comparaciones

---

estadísticas). Entre los cuatro estudios con datos que observan el final de la dimensión diastólica ventricular izquierda (LVES), solo uno mostró valores mayores para los atletas. Aproximadamente la mitad de los estudios indicó mayor grosor de VS y LVPW en los sujetos atletas.

Dos informes han comparado los resultados ecocardiográficos encontrados en los atletas jóvenes con información basada en datos de control. Los corredores de carreras cortas y de distancia de 10 a 11 años de edad descritos por Tharp et al (1986)<sup>382</sup>, tuvieron un promedio de LVED de 41mm (comparado con un valor esperado de 39 mm reportado por Henry et al., 1978), mientras que las medidas de VS y LVPW en realidad fueron ligeramente menores que las normas publicadas. Allen et al., (1977)<sup>383</sup>, no encontraron diferencia en el promedio de LVED de 77 nadadores entrenados (5 a 17 años de edad) con las normas de Henry et al. (1987), a pesar de que las paredes del corazón de atleta eran más delgadas. Los datos ecocardiográficos mostraron una amplia dispersión inusual en este estudio (39% de los sujetos tuvieron un LVED menos que el quinto percentil y 38% estuvieron sobre el noventa y cincoavo percentil).

En el único estudio ecocardiográfico de no-resistencia en los atletas preadolescentes, Bassett et al (1990)<sup>384</sup>, no se encontró diferencia en el LVED o LVPW de 15 niñas gimnastas altamente entrenadas (7 a 12 años de edad) y controladas activas, pero el VS fue significativamente mayor en las gimnastas.

Rost, Gerhardus y Schmidt (1985)<sup>385</sup>, reportaron datos longitudinales en los atletas preadolescentes. Ellos estudiaron 36 niños de 10 años de edad al comienzo de un programa de entrenamiento intensivo en natación. Después de 2 años de entrenamiento, las diferencias en LVED y LVPW se convirtieron en significantes entre los niños entrenados y los de control y estas diferencias se incrementaron durante un tercer año de entrenamiento. No se observaron ningunas anomalías en la función cardíaca durante el curso de este estudio, excepto por un nadador que

demostró un deceso progresivo en LVED, un incremento significativo de LVPW y resultados electrocardiográficos del fenómeno de “Wenckebach”.

Estos estudios parecen indicar que los resultados ecocardiográficos indican que “el corazón de atleta” no es inesperado en entrenamiento de la resistencia del atleta preadolescente. Esta conclusión concuerda con los estudios ecocardiográficos de los niños no entrenados y demuestran una asociación cercana entre la  $VO_2$ max y LVED, LVPW, volumen del latido en reposo y el cálculo de la masa ventricular izquierda (Blimkie, Cunningham y Nichol, 1980<sup>386</sup>; deKnecht et al, 1984<sup>387</sup>).

No ha sido aclarado si la presencia del “corazón de atleta” en los niños refleja un efecto del entrenamiento o una predisposición hereditaria (o ambas). La evaluación limitada ha fallado en revelar la evidencia de otros cambios electrocardiográficos en los atletas que no sean la bradicardia en reposo. Excepto posiblemente por el caso reportado por Rost et al., (1985), no existe evidencia publicada de los efectos cardíacos nocivos del entrenamiento en la infancia a falta de una enfermedad del corazón subyacente.

### **Estrés en otros sistemas**

Las medidas de la función pulmonar en los atletas adultos que corren distancias prolongadas han sugerido que estos tipos de eventos incrementan el cierre de la vía respiratoria a altos volúmenes pulmonares (Rasmussen, Elkjaer y Juhl, 1988)<sup>388</sup>. Una capacidad vital reducida, incremento residual en el volumen del pulmón, una capacidad de difusión reducida y un ritmo de la corriente expiratoria disminuida son observados frecuentemente en adultos corredores en competencias de maratón, con una restauración a lo normal en 24 horas (Maron, Hamilton y Maksud, 1979)<sup>389</sup>. Dempsey, Aarón y Martín (1988)<sup>390</sup>, sugirieron que un edema peribronquial; una contracción del suave músculo bronquial, o ambos, pueden ser responsables por estos cambios. No ha sido evaluado si los

---

atletas preadolescentes presentan alteraciones similares en la función pulmonar cuando compiten.

Mahlamaki et al (1989)<sup>391</sup>, no pudieron encontrar diferencias en los resultados neurológicos de exámenes físicos en las extremidades inferiores de 233 jóvenes patinadores de campo traviesa de 10 a 14 años de edad y 208 sujetos de control.

No hay datos disponibles que observen los cambios en niños atletas con sistemas de órganos no entrenados, que experimenten una disminución del fluido sanguíneo durante el ejercicio.

Los disturbios gastrointestinales son comunes en los atletas adultos, particularmente en los corredores de distancia, quienes frecuentemente sufren de dolores de estómago, diarrea sangre en la deposición y acidez estomacal. El desorden intestinal debido a la vasoconstricción, aumento en los pépticos gastrointestinales, o ambos pueden ser responsables. Los Atletas adultos no demuestran comúnmente una proteinuria y hematuria flotante, talvez relacionado a la vasoconstricción renal (Eichner 1988)<sup>392</sup>.

La ausencia de informes publicados sobre las complicaciones renales o gastrointestinales en los niños atletas es tranquilizadora. Sin embargo, es desconocido el riesgo de daño por una recurrente reducción en el suministro vascular a estos órganos durante el crecimiento.

### **Lesiones óseas**

El estrés o tensión óseo muscular impuesta por el ejercicio, simula un crecimiento de los huesos, por el contrario, un período de inmovilidad reducirá el desarrollo de los huesos (Loucks, 1988)<sup>393</sup>. Aún no existen límites a tan “positiva” tensión, más allá de los cuales los procesos de crecimiento puedan ser afectados. Por consiguiente, algún efecto adverso del entrenamiento intensivo durante la infancia que interfiera en la maduración lineal. De hecho, varias líneas de evidencia sugieren que el

acelerado entrenamiento deportivo vigoroso y la competencia tienen el potencial de afectar perjudicialmente el crecimiento de los niños atletas.

### ***La vulnerabilidad de las placas del crecimiento***

Los centros de crecimiento de los huesos largos o las placas epifísicas, son áreas suaves que son particularmente susceptibles a daños traumáticos. Se ha estimado que las placas de crecimiento del niño atleta pueden ser 2 a 5 veces más débiles que los tejidos que se sostienen alrededor (Maffulli y Helms, 1988)<sup>394</sup>; un trauma agudo de los adultos, en estas áreas podría causar una lesión en los ligamentos y en los niños puede producir fracturas más serias en la placa epifísica. Estas fracturas que resultan del macro trauma (como un golpe en la rodilla) tienen el potencial para retardar el crecimiento de las extremidades y pueden conducir a la deformación de los huesos y a una enfermedad articular crónica. La mayoría de los regímenes de entrenamiento atlético no involucran alto riesgo para las lesiones macro traumáticas sino son caracterizadas con mayor frecuencia por micro traumas, fuerzas compresivas más pequeñas pero repetitivas en el crecimiento de las placas de crecimiento. La pregunta clave es si el micro trauma repetitivo, los 7500 golpes de pie en una carrera típica de 10 minutos, repetido varias veces en la semana, puede interpretarse en las mismas clases de daño en los centros de crecimiento del hueso de la pierna como un simple golpe que causa una fractura epifísica.

Los efectos reconocidos del ejercicio hacen énfasis en que el desarrollo del esqueleto en los animales tiene intereses referentes al entrenamiento en niños (Apple, 1985<sup>395</sup>; Borms, 1986)<sup>396</sup>. Desde la mitad de los años 1800 se ha observado que las placas epifísicas no toleran de una buena forma los niveles extremos de compresión (Arkin y Katz, 1956)<sup>397</sup>, con la materia prima epifísica se alcanza la detención completa del crecimiento tanto en animales como en humanos y los menores grados de compresión también comprometen el desarrollo de los huesos en perros y ratas (Blount y Clarke, 1949)<sup>398</sup>. Se supone que esto explica el descubrimiento

---

de que el entrenamiento prolongado en animales acorta sus largos huesos.

Dada esta premisa, ¿existen evidencias clínicas actuales relacionadas con disturbios en las placas epifísicas en los atletas preadolescentes? Caine (1990)<sup>399</sup>, revisó los informes de crecimiento de lesiones en las placas debido a la actividad física en los niños. La referencia más mencionada con más frecuencia implica en mayor grado a los niños trabajadores que a los atletas. En 1966 Kato e Ishiko, describieron un cierre prematuro de los epifisios del tibial próximo y del distal femoral (de 400) que sostenían cargas pesadas en sus hombros. No está claro si los cambios resultaron de las fuerzas excesivas aplicadas a los centros de crecimiento porque los niños vivían en un área de Japón deprimida económica y nutricionalmente.

Se ha demostrado que en deportes como la gimnasia y el beisbol los atletas jóvenes presentan daños relacionados con tensiones crónicas. Aunque en ninguno de los casos la estatura se ve afectada, este daño en los huesos puede interrumpir o incluso finalizar una competencia atlética.

Los cambios degenerativos e inflamatorios que se presentan en los codos de los *pitchers* se denominan “ligaduras de codo” (Micheli y Smith, 1982)<sup>400</sup>. Estas alteraciones incluyen epicondilitis media con avulsiones completas o parciales, lesiones osteocondriacas en el capitellum y subcondriacas en el hueso del capitellum, y detención prematura del radio proximal epifísicas. Lesiones como éstas, resultan de la repetición de la tensión del valgus que se efectúa al realizar lanzamientos por encima de la cabeza, y que se pueden prevenir con limitaciones de entrenamiento. La mayoría de los atletas se recuperan después de un corto periodo de descanso y con ejercicios de rehabilitación, aunque en algunos casos la incapacidad puede continuar por largos periodos de tiempo.

Caine (1990), describió 11 informes en literatura que indican el potencial para el daño epifísico, que causa el entrenamiento intensivo en las

muñecas de gimnastas competitivos jóvenes cuyas edades se encontraban entre los 11 y los 21 años. Se incluyen ejemplos de ensanchamiento, golpes y fracturas de tensión del radio distal epifísico; acortamiento del radio comparado con el cúbito; y modificación de los huesos de la muñeca. La verdadera frecuencia de estos cambios es desconocida. Estudios epidemiológicos indican que en los gimnastas jóvenes existe una baja predominancia de anomalías en el radio distal. Caine (1990), señaló que los atletas implicados en los estudios epidemiológicos se entrenaban con niveles mentores de intensidad que aquellos de los artículos mencionados.

El entrenamiento intensivo en los gimnastas también puede incrementar el riesgo para sufrir fracturas vertebrales de compresión, defectos interarticulatorios, y una enfermedad degenerativa en los discos, aunque un informe reciente en el que se usó resonancia magnética para calcular el estatus de los discos en 35 gimnastas competitivos entre 8 y 19 años es muy tranquilizante. Sólo tres tenían pruebas de degeneración en los discos y en dos de los casos los descubrimientos anormales se relacionaban con anomalías óseas congénitas en la región lumbosacra (Tertti 1990)<sup>401</sup>.

Lesiones causadas por uso extremo de la epífisis en niños atletas involucrados en otros deportes no se ha manifestado. Resulta particularmente interesante la ausencia de descripciones publicadas acerca de estas lesiones en corredores preadolescentes. Godshall, Hansen and Rising (1981)<sup>402</sup>, expresaron que el atletismo causó fracturas de fatiga a través de la epífisis distal femoral en dos adolescentes, el primero, un jugador de fútbol americano tratando de rebajar de sus 220 libras de peso con el entrenamiento de la pretemporada; el otro un jugador de baloncesto de 14 años. Un corredor de 15 años desarrolló una fractura de fatiga en la epífisis proximal tibial después de correr entre 40 y 80 km por semana durante dos meses.

---

El índice de lesiones por uso extremo, en atletismo en niños y adolescentes parece ser tan alto como el de los adultos, pero grandes clínicas médicas deportivas muestran que estas lesiones no involucraron el crecimiento las placas epifísicas. Como mencionó Apple (1985).

“Si alguien teoriza acerca de las fuerzas compresivas de carga que ocurren con el atletismo se esperaría que hubiera un incremento en las lesiones de presión en la epífisis como consecuencia de la extensa y larga distancia de la carrera previa al cierre epifísico. En este momento y hasta la próxima aparición de nuevas evidencias no se encuentra ningún efecto adverso de presión en la epífisis que esté relacionado con el atletismo.

### ***El entrenamiento y las hormonas de crecimiento***

Teniendo en cuenta que el crecimiento normal de los niños está relacionado con los niveles de plasma del crecimiento hormonal y somatomedina, es necesario examinar los efectos del entrenamiento en estos factores simultáneos de crecimiento. El ejercicio en extremo estimula la secreción de hormonas de crecimiento en todas las edades (Amirov et al., (1990)<sup>403</sup>. En cuanto a estar en forma, en los adultos esta respuesta es más grande comparando con atletas en forma en un ejercicio de carga dado, pero los dos grupos tienen respuestas iguales de crecimiento de hormonas en la misma intensidad del ejercicio (porcentaje  $VO_2max$ ) Sutton y Farell, 1988)<sup>404</sup>. Carli et al., (1983)<sup>405</sup> demostraron que los niveles de plasma permanentes en las hormonas de crecimiento no se afectaron por el entrenamiento en natación de muchachos entre 12 y 16 años.

Existe evidencia de que el ejercicio agotador, en individuos con óptimos hábitos nutricionales puede disminuir los niveles de plasma en somatomedina. Smith et al (1987)<sup>406</sup>, reportaron valores de somatomedina en seis hombres saludables entre 20 y 31 años que fueron estudiados en bloques de una semana de restricción dietética, entrenamiento deportivo (con un límite en el consumo de calorías tal que

se alcanzó un balance negativo de nitrógeno) y control. Durante la fase de entrenamiento deportivo, el nivel de plasma de somatomedina cayó de 1.15 U/ml a 0.62 U/ml, lo que es similar a lo observado durante la restricción dietética. Los autores desecharon este efecto por ser secundario a un suministro insuficiente de nutrientes para encontrar el aumento del gasto de calorías en el entrenamiento deportivo. Los autores concluyeron de estos descubrimientos que una nutrición adecuada durante el entrenamiento atlético es muy importante en el crecimiento de los niños.

El informe de Denison y Ben-Ets (1989)<sup>407</sup>, fue tranquilizante en cuanto a los niveles de somatomedina en nadadores de 8 y 10 años. Estos atletas consumieron un promedio de 2301 Kcal., por día comparado con 2072 Kcal., consumido por los sujetos no entrenados. Ambos grupos comieron dos veces el consumo por proteína diario recomendado para un grupo de esta edad. El resultado del nivel de plasma de somatomedina en 37 nadadores fue 1.39 U/ml con un promedio de 0.91 en los sujetos de control. Estos valores fueron significativamente diferentes, pero ambos estaban dentro de los rangos normales para la edad.

### ***Estudios de crecimiento***

Considerando el riesgo potencial de los daños inducidos por la fatiga en el esqueleto y las variaciones en el crecimiento de las hormonas estimuladas, ¿El crecimiento lineal y la maduración del esqueleto se desvían de la norma en los atletas preadolescentes y adolescentes?. Los estudios de corte transversal y longitudinal a corto tiempo, examinan esta pregunta en una amplia variedad de deportes, que han sido extensivamente revisados. (Bailey, Malina, y Rasmussen, 1978<sup>408</sup>; Broekhoff, 1986<sup>409</sup>; Malina, Meleski, y Shoup, 1982<sup>410</sup>). La conclusión es que el entrenamiento atlético regular no tiene efectos aparentes en el crecimiento y en la maduración del esqueleto de los niños. Se observaron variaciones de acuerdo con el sexo y el deporte. Por ejemplo, una maduración del esqueleto avanzada es típica en atletas masculinos en deportes como el beisbol, baloncesto, fútbol, rugby y natación. Las niñas

---

que participan en pista, gimnasia y ballet, sufren usualmente retardo en la maduración del esqueleto. No existen pruebas convincentes de que el entrenamiento atlético durante los años de crecimiento acelere o retarde la estatura o la maduración del esqueleto.

Estudios recientes acerca de atletas preadolescentes con un entrenamiento intensivo sostienen esa conclusión. Se estudiaron 10 corredores de distancia entre 8 y 17 años (Nudel et al., 1989), que fueron entrenados en un promedio de 8.4 años y que recorrían semanalmente de 48 a 168 km; siete corredores completaron la maratón. Una determinación radiológica de la edad de los huesos indicó que no había pruebas de retraso en la maduración de los huesos. Los porcentajes de crecimiento fueron normales y se compararon las estaturas previstas con las aparentes.

Seefeldt et al (1988)<sup>411</sup>, evaluaron índices de crecimiento sobre un periodo de dos años en 32 corredores entrenados entre 9 y 15 años y no encontraron diferencias ni en la estatura que se tiene cuando se está de pie o cuando se está sentado, en el diámetro biacromial y en el diámetro bíliaco, comparados con jóvenes no entrenados. Los autores concluyeron que “la revisión de la literatura científica proporciona una pequeña evidencia de que la carrera de larga distancia es perjudicial para el crecimiento de los niños”. Por el contrario ninguno brinda una firme garantía de que estos regímenes intensivos de entrenamiento son totalmente inofensivos, considerando a) la reconocida vulnerabilidad de las placas del crecimiento a las tensiones repetitivas, b) El alto índice de lesiones causadas por uso extremo en atletas jóvenes, indicadores de los efectos del micro trauma repetitivo en el sistema óseo muscular y c) la ausencia total de cualquier evaluación a largo tiempo de las principales consecuencias en los esqueletos de un entrenamiento intensivo en los años de la preadolescencia.

## **Efectos adversos sobre el desarrollo sexual**

La observación de que el inicio de la menstruación (menarquia) se retrasa frecuentemente en jóvenes atletas competitivas, ha planteado el concepto de que el entrenamiento puede afectar adversamente el desarrollo sexual y la función reproductiva. El promedio de edad para la menarquia en niñas norteamericanas saludables se encuentra entre 12.3 y 12.8 años y la mayoría de estudios indican que las mujeres atletas experimentan su primera menstruación a la edad de 13 o 14 años, e incluso más tarde (Rogol, 1988)<sup>412</sup>. En la mayoría de los deportes se han encontrado estos retrasos; alguna vez se pensó que la natación podría ser la excepción, pero información reciente indica que las nadadoras también pueden experimentar menarquia retardada (Wells y Plowman, 1988<sup>413</sup>; Frisch, 1987)<sup>414</sup>, sugirieron que la edad en la que ocurría la menarquia se relacionaba con el número de años de entrenamiento previo antes del inicio de la menstruación. Su estudio indicaba que en promedio, un retraso de 4 años en la menarquia se podría relacionar con cada año de entrenamiento realizado en la preadolescencia.

Si la menarquia retrasada en atletas es verdaderamente una consecuencia directa del entrenamiento sigue siendo una afirmación controvertida. Frisch y Revelle (1971)<sup>415</sup>, propusieron que el ejercicio intenso previo a la pubertad producía pérdida de energía, y que ello impedía que las niñas alcanzaran un peso corporal crítico del contenido necesario de grasa para provocar el inicio de la menstruación. De acuerdo con este concepto, antes de la menarquia se requiere un peso crítico de 48 Kg. o un porcentaje de grasa corporal del 17% para que ésta se alcance y los efectos del entrenamiento prevengan o retarden a la atleta de alcanzar estos umbrales. La metodología experimental utilizada para llegar a estas conclusiones se ha criticado y el concepto de un peso crítico sigue concibiéndose como una duda (Scott y Johnston, 1982)<sup>416</sup>. Sin embargo existen datos que sostienen el papel de los cambios en la composición corporal y los ejercicios de tensión en la menarquia retardada (Vanderbroucke et al., 1983)<sup>417</sup>.

---

Alternativamente, Malina (1983)<sup>418</sup>, argumentó que las niñas que sufrían menarquia retardada tenían más posibilidades para dedicarse a los deportes. Las niñas con pubertad retardada tienen típicamente caderas estrechas, cuerpos esbeltos, piernas largas y bajo peso corporal, características que prueban la ventaja para practicar el ballet y deportes como la gimnasia y el atletismo. De acuerdo con este concepto la asociación observada entre menarquia retardada y entrenamiento atlético no indica una relación causal. La relación entre menarquia retardada y entrenamiento es el resultado de un proceso selectivo. Las competidoras con inicio tardío de la menstruación poseen hábitos corporales que les permiten ser más exitosas en la práctica de deportes.

Preguntas del lado de la etiología, ¿El retraso de la menarquia presenta riesgos para las atletas jóvenes? La aparición tardía de la menarquia puede estar acompañada de bajos niveles en la circulación de estrógeno, lo cual puede causar un desarrollo deteriorado de la densidad de los huesos. Sin embargo, este efecto no se puede apreciar cuando la menarquia se presenta antes de los 18 años. Los efectos a largo término de la menarquia retardada no han sido bien evaluados pero información anecdótica y datos limitados de investigación han fracasado en indicar cualquier influencia negativa en la fertilidad (Eriksson, Engstrom, y lundin, 1978)<sup>419</sup>. En este momento, no hay razones claras para ocultar las niñas preadolescentes del entrenamiento atlético intensivo a causa de las ideas acerca de los efectos sobre la futura función reproductiva.

En cuanto al desarrollo sexual de los muchachos, hay muy poca información disponible. Estudios de corte transversal en competidores masculinos jóvenes indican que no existe evidencia de disturbios en el logro de las características sexuales secundarias. (Rowland et al, 1987)<sup>420</sup>, manifestaron que no existían cambios en los niveles de suero testosterónico en 15 adolescentes masculinos postadolescentes corredores a campo traviesa en el curso de una temporada competitiva de 8 semanas. Se reportaron bajos niveles de suero testosterónico, incluso

en corredores adultos que entrenaban al menos 64 km por semana (Wheeler et al., 1984)<sup>421</sup>.

### **Hipertermia**

La información obtenida como resultado de una investigación, sugiere que los atletas preadolescentes corren mayor riesgo de sufrir lesiones de fatiga por el calor, que los adultos. Bar-Or (1980)<sup>422</sup>, describió varias características que pueden predisponer los niños a la hipertermia durante una competición atlética particularmente en climas cálidos y/o húmedos. Los niños producen más calor por unidad de masa corporal en niveles máximos y submáximos de ejercicio que los adultos y demuestran más baja rendimiento cardíaco a un dado consumo de oxígeno. Lo que interfiere en la perfusión de la piel, limita la transmisión y la pérdida calor por radiación. Los niños sudan más que los adultos, esto es una manifestación de los índices disminuidos de la producción de la glándula que causa el sudor; en ambientes cálidos, la sudoración puede ascender de un 60 a 70% en la producción de los adultos. Los niños también son menos capaces de adaptarse a un ambiente cálido que los adultos. Estas limitaciones parecen ser significantes, teniendo en cuenta que los sujetos preadolescentes manifiestan debilitamiento en sus habilidades necesarias para hacer ejercicio en un ambiente cálido comparado con los adultos.

El riesgo actual de la enfermedad hipertérmica (agotamiento a causa del calor, golpe de calor) en los niños se desconoce. Anecdóticamente, no existen informes que manifiesten que la lesión de fatiga producida por el calor es más común en competidores preadolescentes que en los adultos. Estudios de respuestas térmicas para hacer ejercicio, también involucran sujetos no entrenados. Si los atletas niños poseen las mismas limitaciones de respuesta para hacer ejercicio en el calor al igual que los no atletas, es desconocido. Sin embargo se suministran pautas para prevenir lesiones causadas por el calor (por ejemplo garantizar el fluido adecuado de sustitución, evitar competir en climas cálidos o húmedos, etc.).

---

## Susceptibilidad a la infección

Existe un creciente reconocimiento de que el entrenamiento físico puede afectar la función inmunológica, pero la naturaleza de estas respuestas y su relevancia en la susceptibilidad a contraer infecciones no es muy clara (Calabrese, 1990)<sup>423</sup>. Los estudios con animales han producido resultados conflictivos; incremento de anticuerpos, hipereceptividad de linfocitos y disminución de los linfocitos esplénicos se han observado en los ratones después de un periodo de entrenamiento en carreras. En los humanos, un estudio de atletas maratónicos adultos no mostró anormalidades en el conteo de sangre. Números T-cell, función fagocítica, o en los niveles de complemento e inmunoglobulina (Gren et al, 1981)<sup>424</sup>. Sin embargo después de un programa de entrenamiento de seis semanas con ejercicios de fatiga que incluía hombres no atléticos, se observaba una disminución en la habilidad para movilizar células inmunocompetentes.

La suposición común de que los atletas tienden a ser más resistentes a la infección no tiene soporte investigativo; de hecho algunos datos sugieren lo contrario. Por ejemplo los animales ejercitados pueden sufrir un incremento en la propensión a contraer ciertas infecciones virales (Poliomielitis, miocarditis). Douglas y Hanson (1978)<sup>425</sup>, informaron que los miembros de un equipo de pelea experimentaron enfermedades virales respiratorias con mayor frecuencia y prolongación que un grupo de sujetos no atletas.

Osterback y Qvarnberg (1987)<sup>426</sup>, proporcionaron la única información acerca de la susceptibilidad a la infección en niños atletas. Ellos estudiaron un grupo de nadadores, jugadores de hockey y gimnastas de doce años y compararon sus índices de infecciones respiratorias, el tratamiento antimicrobial, los días en que estos tenían fiebre y su ausencia en la escuela con los de niños no atletas y no se encontraron diferencias en ninguno de estos parámetros.

## **Nutrición deficiente**

Una nutrición adecuada durante la infancia es esencial para todas las fases del crecimiento físico y mental. Prácticas inadecuadas de dietas y el efecto del entrenamiento en los requerimientos nutritivos pueden crear riesgos para la salud del niño atleta. Una evidencia sugiere que el consumo inadecuado de calorías durante el entrenamiento puede afectar los niveles de somatomedina. Es conocido, que los atletas de ciertos deportes (lucha, gimnasia y ballet) limitan el consumo de nutrientes para mejorar su desempeño y/o aumentar sus ventajas competitivas. Pero esta restricción calórica puede producir debilidad muscular, disminución en la densidad ósea, pérdida de calcio y hierro, e irregularidades menstruales.

Se dispone poca información referente al status del hierro en los atletas preadolescentes, pero la progresiva disminución del hierro que causa el entrenamiento, particularmente en carreras de distancia, no es común en competidores adolescentes (Rowland, Black, y Kelleher, 1987)<sup>427</sup>. Durante los años de crecimiento se necesita bastante del hierro y su deficiencia puede influir no solo en las funciones hematopoyéticas, sino también en las funciones, cognitiva, gastrointestinal, e inmunológica. Por lo tanto, una dieta rica en hierro puede ser muy importante para los niños y adolescentes atletas.

El consumo dietético inadecuado de otros minerales también es común en los jóvenes atletas. Benardot, Schwarz, y Séller (1989)<sup>428</sup>, encontraron que de 29 gimnastas entre 7 y 10 años, el 50% tenía consumos deficientes de calcio y el 38% tenían consumos inadecuados de hierro. Schemmel et al (1988)<sup>429</sup>, compararon los consumos de nutrientes de 74 luchadores y corredores entre 8 y 15 años usando 3 comidas diarias. Ambos grupos consumieron dos veces más la cantidad diaria por proteína recomendada y fueron comunes los bajos consumos de minerales. La mitad de los atletas de cada grupo consumieron menos del 67% del RDA (cantidad diaria recomendada) de zinc mientras que aproximadamente un tercio mostraron deficiencias similares en el consumo de magnesio, hierro

---

y yodo. Probablemente estas observaciones no son propias únicamente de los atletas ya que no se encontraron diferencias en el consumo dietético y los niveles de suero de magnesio en 22 atletas competitivos preadolescentes entre 9 y 12 años y sujetos no atletas.

## **BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO INTENSIVO EN LOS ATLETAS PREADOLESCENTES**

Considerando los compromisos extensivos del desarrollo de los jóvenes atletas, es sorprendente que se haya hecho muy poca investigación dirigida a los beneficios de los regímenes de entrenamiento. Se dispone de información escasa para documentar las mejoras fisiológicas y de desempeño adquiridas por este entrenamiento y ha habido investigación imitada de los efectos positivos potenciales que tienen las competencias iniciadas en forma temprana en la salud.

### **Ganancias fisiológicas y rendimiento**

Daniels y Oldridge (1971)<sup>430</sup>, estudiaron los cambios fisiológicos ocurridos en 14 jóvenes entre 14 y 15 años de edad, en el transcurso de un periodo de 22 meses de entrenamiento constante en carreras. La mayoría de los sujetos habían estado involucrados en actividades previas de atletismo. Aunque el nivel absoluto de  $VO_2$ max mejoró un 22% durante el periodo de entrenamiento, la potencia aeróbica máxima por kilogramo del peso corporal se mantuvo estable.  $VO_2$  submáximo (economía de correr) constantemente disminuyó pero solo en los muchachos que entrenaban menos de 1200 km por año; los tiempos de carrera mejoraron alrededor de los 13 meses, en promedio de 20 s por km.

Estos descubrimientos parecen indicar que el entrenamiento de los jóvenes atletas no podía mejorar la capacidad máxima de oxígeno en una forma mayor de la que resultaba del sólo crecimiento aunque se podían esperar aumentos relacionados con el rendimiento. Sin embargo, no se incluyeron sujetos no entrenados en este estudio. Los resultados de los tests aplicados a jóvenes no entrenados, realizados por La Alianza

Americana para la Salud, Educación Física, y el test de recreación y danza en la salud relacionado con la forma física (1980), indicaron un promedio anual de disminución de 12,5 s en 1km recorrida entre las edades de 8 y 12 años (mayor al entrenamiento observado por Daniels y Oldridge en los sujetos entrenados).

Van Huss et al. (1988), estudiaron la potencia aeróbica máxima en 42 corredores entre 9 y 15 años en un periodo de tres años y encontraron resultado similares. Se observaron mejoras poco significativas en  $VO_2\text{max/Kg}$  (Teniendo en cuenta los valores iniciales: 65.9 y 54.9 ml/kg/min respectivamente). Clarke, Vaccaro, y Andresen (1985)<sup>431</sup>, describieron aumentos en la fuerza muscular después de tres meses de entrenamiento de lucha en sujetos de 7 y 9 años, pero no encontraron mejoras en la potencia aeróbica máxima comparadas con sujetos no entrenados.

Hakinnen et al. (1989), examinó los efectos de un año de entrenamiento en corredores preadolescente velocidad, levantadores de pesas (4 de cada grupo) y sujetos no entrenados.  $VO_2\text{max/Kg}$  en los test de cinta rodante no cambiaron significativamente en ninguno de los grupos durante los 12 meses. Se observaron mejoras en la fuerza máxima isométrica (21.4%) solamente en los levantadores de pesas.

Otros estudios indican mejoras relacionadas con el peso con el entrenamiento de niños atletas. Paterson et al (1987)<sup>432</sup>, manifestaron que en 18 jóvenes atletas se demostró, un aumento anual progresivo que significa que  $VO_2\text{max}$  pasó de 62.3 a 67.3 ml/kg/min durante los tres años previos a la edad de alcanzar velocidad en la estatura. Brown, Harrower y Deeter (1972)<sup>433</sup>, reportaron un incremento del 18.5% en  $VO_2\text{max/kg}$  en un periodo de entrenamiento de carreras de 6 semanas en nueve niñas preadolescentes y un aumento del 26.2% en 12 semanas. Aunque estas niñas fueron reclutadas de clubes de pista, el promedio de  $VO_2\text{max}$  al comienzo del estudio fue solo de 46.3 ml/Kg/min.

---

Existe muy poca información disponible relacionada con los efectos del entrenamiento en las habilidades y en el rendimiento de los niños atletas. MacNab (1979)<sup>434</sup>, comparó las marcas de rendimiento arrojadas por cinco años de entrenamiento en 15 jugadores de hockey altamente entrenados comenzando a la edad de 8 años. Las habilidades para el patinaje y el *puck* fueron mucho mejores en los patinadores entrenados, pero sus índices de cambio con el incremento de la edad parecieron ser paralelos a los de los sujetos no entrenados.

Basados en estos escasos datos experimentales, no es claro si el entrenamiento adecuado de la resistencia de los atletas preadolescentes, mejoran la potencia máxima aeróbica más allá de los aumentos causados por el sólo crecimiento. El fracaso para demostrar estos aumentos podría reflejar que los aumentos de los adultos en  $VO_2max$  con el entrenamiento, están relacionados inversamente con los niveles de preentrenamiento. Sin embargo nosotros no podemos excluir la posibilidad de que los sujetos preadolescentes tienen una capacidad disminuida para mejorar la potencia aeróbica.

Sin embargo el grado en el cual se pueda mejorar el rendimiento en la resistencia en los niños atletas, una cuestión de gran interés para el atleta, es desconocido. Ciertos estudios que indican entrenamiento mejorado en la fuerza de los sujetos preadolescentes, sugieren que el rendimiento en los deportes que incluyen fuerza muscular podría mejorar siguiendo un régimen de entrenamiento como ese (Kraemer et al, 1989)<sup>435</sup>.

### **Reducción de los factores de riesgo para contraer enfermedades en las arterias coronarias**

Dado que el ejercicio regular parece reducir en los adultos el riesgo de sufrir enfermedades de las arterias coronarias, podríase esperar que los atletas se beneficiarán de forma similar del entrenamiento físico. De hecho, estudios de corte transversal indican que los atletas preadolescentes poseen un perfil lipoproteínico favorable respecto al

riesgo de sufrir en el futuro athero-esclerosis (Atomi et al, 1986<sup>436</sup>; Smith et al, 1983<sup>437</sup>; Smith et al, 1985<sup>438</sup>; Zonderland et al. 1988)<sup>439</sup>. Todos los informes, que incluyen atletas de pista, corredores, nadadores, y futbolistas, muestran altos niveles de HDL-C en competidores jóvenes, comparados con niños no atletas. Diferencias consistentes en otros sueros lípidos no se han observado. Ningún estudio ha examinado los efectos del entrenamiento de los niños atletas en sueros lípidos, sin embargo, no es seguro que el favorable grado elevado de los niveles, reflejen la participación en el porcentaje atlético. En los niños no atléticos el entrenamiento produce pocos cambios en los valores de los lípidos (Rowland, 1990)<sup>440</sup>.

Tanto los estudios de corte transversal como los longitudinales indican que la mayoría de grupos de atletas preadolescentes, hombres y mujeres, tienen un porcentaje más bajo de grasa corporal que los niños no atletas (Bailey et al., 1978; Daniels y Oldridge, 1971; Thoren y Asano, 1984). Es incierto que los atletas preadolescentes tengan presión sanguínea en reposo que varía de la norma. Cuando se compararon los niños atletas con los no atletas, los atletas mostraron tener presiones sistólicas más bajas (Van Huss et al., 1988)<sup>441</sup>, iguales (Sundburg y Elovainio, 1982)<sup>442</sup>; Thoren y Asano, 1984), o más altas (Rowland, Delaney, y Siconolfi, 1987).

## **RECOMENDACIONES**

Los educadores físicos, los científicos especializados en deporte, y los médicos del deporte pueden recomendar que aprueben el entrenamiento atlético desde los años de la pubertad, basados en informaciones reales y desde el punto de vista fisiológico. Sin embargo, los mismos datos sugieren varias claves que nosotros debemos observar antes de que se apruebe la participación deportiva intensa de los niños.

1. Los niños atletas deben obtener una apropiada autorización médica para asegurar que ellos están libres de condiciones

---

médicas y que no podrán presentar riesgos para la salud durante el entrenamiento y las competencias.

2. Todos los atletas preadolescentes deben ser valorados en el transcurso del entrenamiento para detectar signos de efectos psicológicos adversos que pueden ser causados por el entrenamiento excesivo (particularmente signos cardíacos, de crecimiento, osteo-musculares y de la composición corporal).
3. Una nutrición adecuada es muy importante para todos los atletas pero especialmente para los niños, quienes requieren dietas adecuadas para lograr un crecimiento normal. Ciertos lugares de participación atlética requieren una nutrición adicional en el niño. Además es esencial orientar al competidor en la práctica de dietas saludables.
4. Los niños atletas deben ser entrenados y supervisados como individuos que poseen conocimientos acerca de sus propias técnicas de entrenamiento que se obtienen de su relación con competidores jóvenes.
5. Se desconoce la cantidad de entrenamiento que podría reprimir el crecimiento del esqueleto y presumiblemente ésta varía de acuerdo a cada niño. Debido a la ausencia de marcas directas de compresión epifísica excesiva, los técnicos y entrenadores deben esforzarse para prevenir y buscar tempranamente el tratamiento para lesiones suaves de tejidos (entablillar las espinillas, tendinitis, etc.) que indican micro traumas excesivos.



---

## PARTE VII

### ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS (FUERZA) EN NIÑOS: Riesgos y beneficios

#### INTRODUCCIÓN

Existen numerosas razones para recomendar el entrenamiento con resistencias (fuerza) en la infancia. Los resultados de una encuesta nacional del estado físico (Ross y Gilbert, 1985) indican que hay niveles bajos en la fuerza de la juventud Norteamericana, una tendencia por tanto de que el entrenamiento de resistencia (fuerza)<sup>443</sup> debe cambiar. La reducida fuerza que presentan los niños, debe estar también asociada con una pobre postura durante la infancia (Mersch y Stoboy, 1989) y un programa de entrenamiento de resistencia debe reducir el predominio de ésta condición en los niños. Adicionalmente, el entrenamiento con resistencias (fuerza) debe contribuir a mejorar el desempeño deportivo, una mejor composición corporal y una reducción del tiempo en que se produce una herida y su recuperación. Estas razones están basadas en el potencial anticipado, y aún no probado, de las consecuencias del entrenamiento con resistencias (fuerza) durante la infancia. La ausencia de evidencias, no prueba la ausencia, y hay suficiente evidencia para anticipar numerosos efectos benéficos (además del mejoramiento en la fuerza) del entrenamiento de resistencia durante la infancia. Por otra parte, existe un numeroso potencial de riesgos no probados aún asociados con el entrenamiento de resistencia durante la infancia. Los entrenadores y otros deben seguir un prudente pero práctico enfoque que equilibre este potencial de beneficios y riesgos cuando se prescribe un entrenamiento de resistencia para los niños. Recientemente, se han publicado los parámetros para tal enfoque al entrenamiento con resistencias durante la infancia (Blimkie, 1997, Fredson et al., 1990; Kraemer et al., 1989; Sale, 1989; Weltman, 1989). El entrenamiento con resistencias es una forma de entrenamiento altamente especializada y

avanzada que debe ser ubicada en una apropiada perspectiva durante la infancia. El entrenamiento con resistencias (fuerza) debe ser supervisado de cerca y debe ser una experiencia voluntaria y placentera para el niño.

Diferenciamos aquí el entrenamiento de **resistencia (resistance)** el cuál es más referido al entrenamiento en sí, es decir, el entrenamiento con resistencias, mientras que el entrenamiento de **resistencia aeróbica o endurance** es para desarrollar la capacidad aeróbica o capacidad cardiorrespiratoria, el cuál será tema de otro capítulo.

**El entrenamiento de la resistencia** es definido como el uso de métodos progresivos de resistencia para incrementar la propia habilidad para ejercer o resistir la fuerza (Cahill, 1988).

El problema del entrenamiento de resistencia (resistance) durante la niñez ha recibido un interés por parte del público y la comunidad científica desde los años ochenta. La efectividad, beneficios, y riesgos del entrenamiento de resistencia para los adultos han sido extensivamente estudiados, documentados, y se han publicado tanto en la literatura científica, como no científica. Estos mismos problemas cuando se relacionan con los niños, sin embargo, han recibido poca o deficiente información en estos temas, ha producido varias preocupaciones que relacionan el entrenamiento de la resistencia durante la niñez (Blimkie, 1993<sup>444</sup>, Froberg et al, 1997<sup>445</sup>).

Según Blimkie (1997), se han resaltado los mecanismos de las ganancias de fuerza subyacentes provocados por entrenamiento de resistencia durante la niñez tardía y los problemas de la efectividad del entrenamiento de la resistencia, la relativa entrenabilidad de la fuerza, los cambios de fuerza por la persistencia de entrenamiento inducido de resistencia. Parece que el entrenamiento de la resistencia, estando bajo condiciones de altas cargas de volumen y de intensidad aumenta significativamente la fuerza en niños y niñas prepúberes y tempranos púberes. Los mecanismos resaltados de ganancia de fuerza con el entrenamiento de resistencia en esta población han sido inequívocamente establecidos.

---

El entrenamiento de la resistencia parece tener un poco o cualquier efecto sobre el tamaño de la función muscular que ha sido el resultado de cambios en lo neurológico (porcentaje de unidades de activación motora) e intrínsecos cambios en la función muscular (fibras de torque) que pudo tener en cuenta por parte del incremento del entrenamiento-inducido en la fuerza voluntaria. Cambios en la coordinación de habilidades motoras (Ej. Nivel de activación y patrones de primer movimiento, músculos agonistas y antagonistas) probablemente así contribuye sustancialmente a un incremento de la fuerza por el entrenamiento de resistencia inducido durante la niñez tardía.

La mayoría de los estudios indican que en niños y niñas pre-púberes y púberes, hay un relativo y similar ganancia de fuerza (porcentaje de mejoramiento) comparado con los estadios tardíos de desarrollo (pospúberes) que los jóvenes adultos usualmente demuestran en ganancias pequeñas absolutas de incremento de la fuerza seguidos de un entrenamiento. Las ganancias por el entrenamiento inducido de fuerza parecen que no son totalmente sostenidas por el sujeto durante el entrenamiento y mantenimiento del entrenamiento consistiendo de una sola sesión de entrenamiento por semana no parece preservar las anteriores ganancias de fuerza. Además de incrementar la fuerza, el entrenamiento de la resistencia puede impartir otros numerosos beneficios para el niño entrenado; sin embargo esto parece ser un riesgo en términos de lesiones, crecimiento y resultados de la salud, particularmente durante la niñez. Los rangos de edad de 6 a 11 años para niñas y de 6 a 13 años para niños, corresponden a los estadios I y II de desarrollo de pelo púbico (Tanner, 1967)<sup>446</sup>, del periodo de desarrollo.

Los métodos de entrenamiento de la resistencia varían en términos de las demandas fisiológicas que toman lugar sobre el músculo, huesos y tejido conectivo (ejemplo las contracciones isométricas, isotónicas, isocinéticas, concéntricas y excéntricas) y en el grado de sofisticación y precisión de la carga de resistencia progresiva (Ej., el peso corporal, las cintas elásticas, pesos libres, neumáticos, hidráulicos y saltos en profundidad). Los

métodos de entrenamiento de resistencia pueden variar también en términos de sus potenciales para impartir beneficios y riesgos impresionantes. El entrenamiento de resistencia es distinguido de los deportes de levantamiento de peso y potencia, los cuales consisten en levantar el máximo o cerca de éste durante una competición (Ej., arrancada en halterofilia).

Sadres et al., (2001)<sup>447</sup>, demostraron que un entrenamiento progresivo de resistencia de dos años en el periodo de la escuela (9 meses de entrenamiento, tres meses de desentrenamiento, y 9 meses de entrenamiento) a una intensidad moderadamente baja entre niños pre-púberes, puede resultar en una ganancia de la fuerza, lo cual no estuvo acompañado de un efecto de detrimento sobre el crecimiento.

El entrenamiento de resistencia puede ser muy efectivo para desarrollar la fuerza muscular en niños pre-púberes (Blinkie, 1993<sup>448</sup>; Falk y Tenenbaum, 1996<sup>449</sup>; Sale, 1989<sup>450</sup>; FIMS, 1998<sup>451</sup>). Falk y Tenenbaum (1996) realizaron un meta-análisis donde concluyeron que siguiendo un entrenamiento progresivo de resistencia, un niño con un resultado medio quien estuvo envuelto en un entrenamiento de resistencia fue mas fuerte que el 72% de los niños que no estaban realizando dicho entrenamiento (efectos de la talla=0,57).

Kemper (2000), revisó el crecimiento y desarrollo de la masa esquelética y los efectos de la actividad física sobre masa ósea en jóvenes (Davies, et al., 1990, Gilsanz et al., 1988; Kannus, et al.,1995; Kemper y Binkhorst, 1993; Blimkie, et al.,1993; Margulies, et al., 1986; Morris, et al., 1997; Rico, et al.,1992; Riis, et al., 1985; Roche, Wainer y Thissen, 1975; Smith y Raab, 1986; Von Döbeln, 1964; Frost,1999; Ramsay, et al 1990). Entre los diferentes métodos para medir la masa ósea tenemos: antropométricos, radiográficos, energía dual de absorciometría de rayos X, tomografía cuantitativa computada y ultrasonido.

Dos mecanismos diferentes son importantes para la formación y la plasticidad del hueso: un mecanismo hormonal central (con producción de

---

estrógenos) y un mecanismo local (basado sobre fuerzas mecánicas de la gravedad y contracciones musculares). Este mecanismo local está estrechamente conectado a los patrones de actividad física. De aquí en adelante el curso natural del desarrollo de la masa ósea durante la juventud es descrito, tomando en cuenta los estadios de la pubertad de chicos y chicas como también la edad en la cual la máxima masa ósea (pico de la densidad mineral ósea) será alcanzada. Antes de la edad de la pubertad (alrededor de los 12 años de edad en niñas y de los 13 en niños), no hay diferencias significativas en la densidad mineral ósea (BMD) entre las niñas y los niños. Las niñas muestran una mayor tasa de acumulación de masa ósea a una edad temprana de 11 a los 14 años que los niños entre los 13-17 años.

Durante la pubertad el estirón del crecimiento, el incremento en el contenido mineral óseo sobre la media es de 35% del total del tiempo de vida. La significación clínica de este alto porcentaje es que tanto contenido mineral óseo es depositado en los 4 años de crecimiento durante la adolescencia tanto como la mayoría de la gente pierde durante su vida adulta. Estudios longitudinales de medición de la densidad de la masa ósea indican que los niños y las chicas alcanzan su pico de densidad de masa ósea al final de los 20 años y no al final de su adolescencia. En ambos sexos los grandes cambios en los contenidos de masa ósea por año ocurren entre uno o dos años después del pico de la velocidad de la estatura.

## **EL ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS Y LAS LESIONES.**

Hay serias consideraciones sobre el entrenamiento de la resistencia en los niños y sus efectos sobre las lesiones agudas y crónicas del tejido blando y el músculo esquelético (Tabla 9). En este contexto las lesiones son definidas como cualquier trauma físico agudo o crónico evidente para un nivel de clínico o subclínico que es causado por estrés del entrenamiento fisiológico o biomecánico y que perjudica las funciones corporales. El informe de la Comisión de Seguridad de Consumidores de

Productos en 1979 en Estados Unidos, indicó que más de la mitad de 35.512 lesiones por levantamiento de pesas requirieron hospitalización y tratamiento durante el año de 1979 que envolvió a individuos de 10- a 19 años de edad, en 1987 los informes indicaron que 68% de 44,962 lesiones por levantamiento de peso, en 1987 envolvió a la población de 0 y 24 años de edad; hubo 8,590 lesiones asociadas con el levantamiento de pesas en las edades de 0 a 14 años, con dos a tres veces más alta la ocurrencia en niños que en niñas. Estos informes no distinguen entre los resultados de lesiones por el entrenamiento de resistencia, competencias de levantamiento de pesos, o levantamiento de potencia. Está claro que programas especializados de actividad que envuelven la resistencia con cargas pesadas tanto en entrenamiento como en competiciones puede causar lesiones en los niños.

### **Lesiones epifísicas**

De preocupación particular es el potencial del daño de epífisis inmaduras, o placas de crecimiento del hueso, y de los efectos perjudiciales potenciales consecuentes en el crecimiento y el desarrollo. Hay numerosos informes de casos de fracturas de la epífisis resultado de levantamiento de pesos durante la niñez (Brady, Cahill, y Bodnar, 1982; Gumbs, et al., 1982 Ryan y Saciccioli, 1976<sup>452</sup>). La mayoría de estas lesiones ocurrió en púberes y adolescentes son solamente un caso reportado (Gumbs, et al., Lower, 1982) de una fractura de la epífisis en un niño de 12 años. La baja ocurrencia de estas fracturas probablemente refleja la baja tasa de participación de los niños jóvenes en actividades de levantamiento de peso, o entrenamientos o competiciones, y quizás por la menor naturaleza agresiva e intensiva del entrenamiento de los niños jóvenes. Los pre-púberes pueden ser menos propensos a las fracturas que los chicos más viejos porque las placas de crecimiento pueden ser más fuertes y resistentes al estrés puro durante la preadolescencia que durante los estadios más tardíos de desarrollo (Micheli, 1988a<sup>453</sup>).

Lesiones relacionadas con el levantamiento de peso durante la niñez:

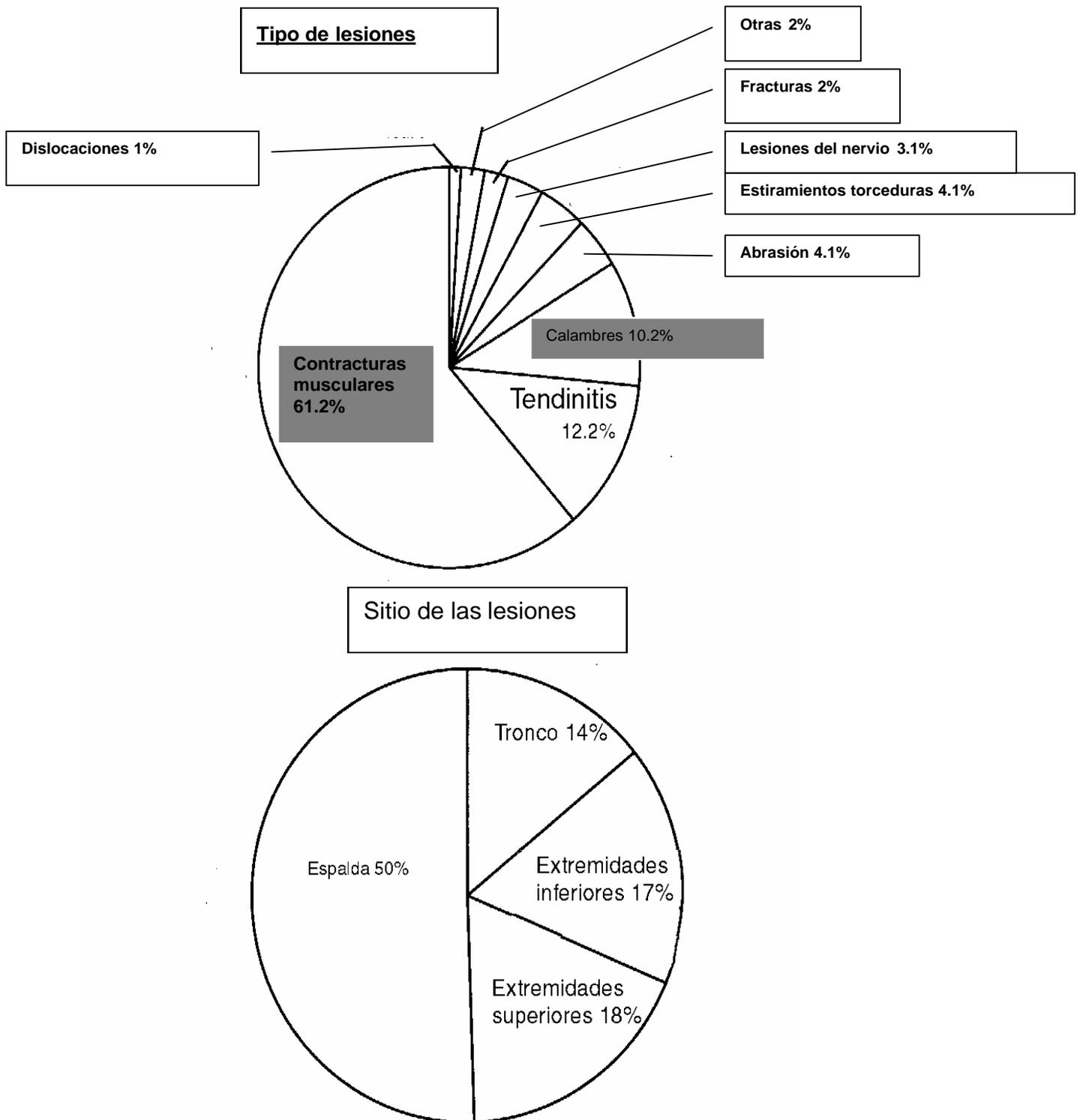
- 
- Lesiones de la placa de la epífisis;
  - osteoartritis;
  - juvenil osteocondritis disecante;
  - lesiones por sobreentrenamiento;
  - cadena baja spondilolisis;
  - *spondylolisthesis*;
  - lesiones del tejido blando;
  - fractura;
  - lesiones por aplastamiento;

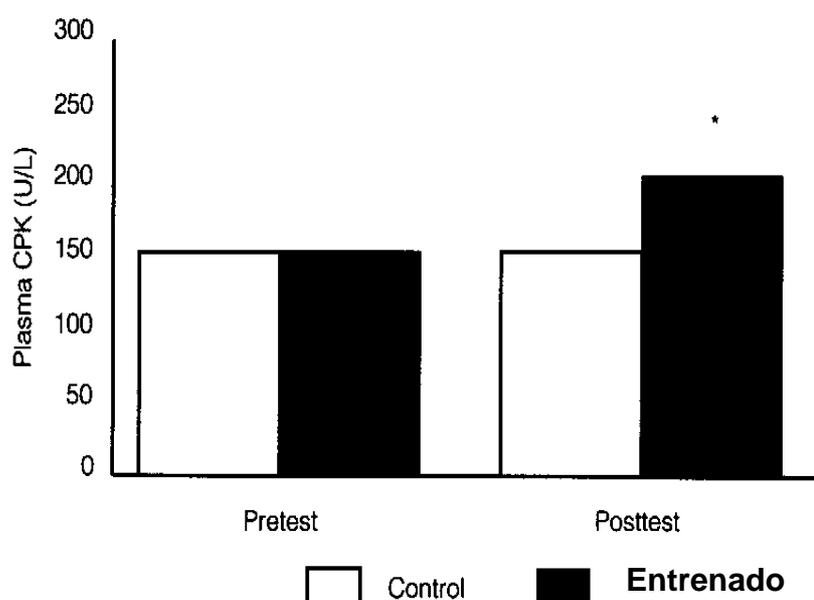
Lesiones agudas por el levantamiento de peso durante la niñez:

- 44,962 Lesiones agudas por el levantamiento de peso (requirieron hospitalización y tratamiento) total en 1987;
- 68% de estas lesiones en individuos de 0 y 24 años;
- 19% de lesiones (8,590 actual) en chicos entre 0 y 14 años;
- de dos a tres veces más alta la ocurrencia en niños que en niñas entre 0 y 14 años;
- 39% de las lesiones ocurrieron en la casa;
- la mayoría de los tipos más comunes de lesiones por la ocurrencia de estiramiento o torceduras, contusiones y abrasiones, laceraciones y fracturas;
- los sitios más comunes de las lesiones por la prevalencia del tronco bajo, dedos, punta del pie y pie.

*(Datos de 1987 National Electronic Injury Surveillance System (NEISS) (U.S. Consumer Product Safety Commission, 1987).*

**Figura 19. Localización y tipo de lesiones asociados con el levantamiento de peso en adolescentes (Brown, EW y Kimball, RG (1983). Medical history associated with adolescent power-lifting. Pediatrics. 72:636-644.)**





**Figura 20.** Niveles de creatina fosfokinase (CPK) en niños pre-púberes antes y después de 20 semanas de entrenamiento intenso de resistencia Blimkie et al. (1989)<sup>454</sup>. \*Indica las diferencias significantes entre los valores del pre y posttest para el grupo entrenado.

**Tabla 9.** Lesiones asociadas con el entrenamiento de resistencia en estudios prospectivos que involucran niños pre púberes y tempranos púberes (Cahill y Pearl (1993)<sup>455</sup>.

Estudios	Edad (Años)	Sexo	Duración (semanas)	Lesiones Ocurrencias	Tipo
Servedio et al. (1985)	11.9	M	8	No	-
Sewall y Micheli (1986)	10-11	M,F	9	No	-
Rians et al. (1987)	6-11	M	14	Si	Luxación de hombros
Blimkie et al. (1989)	9-11	M	20	No	-

Además se reportó que la mayoría de estas lesiones parecen haber sido prevenidas, y han sido atribuidas a la técnica indebida de levantamiento, carga excesiva o el rendimiento de los movimientos de balística que aparentemente resultan en fuerzas puras y un potencial más grande para

contraer una fractura.(Gumbs et al. Al., 1982<sup>456</sup>; Jesé, 1979; Micheli,1988; Ryan y Saciccioli,1976; Sale, 1989<sup>457</sup>).

En estudios prospectivos de entrenamiento de resistencia, no se reportan índices de fractura epifísica en niños (Blimkie et al., 1989<sup>458</sup>; Servedio et al., 1985<sup>459</sup>; Sewall y Micheli, 1986<sup>460</sup>; Weltman et al., 1986<sup>461</sup>). Además las fracturas epifísicas e incluso las lesiones relacionadas con el deporte, son relativamente raras en los niños y en los preadolescentes (Caine, 1990;<sup>462</sup> Larson y McMahon, 1966<sup>463</sup>; Mcmanama y Micheli, 1977<sup>464</sup>; Micheli 1988) y en la mayoría de casos en los que éstas suceden, parece no haber efectos perjudiciales en el crecimiento siempre y cuando estas sean diagnosticadas y tratadas con mucha propiedad (Caine, 1990). El interés sobre las fracturas epifísicas causadas por el entrenamiento de resistencia durante la preadolescencia y la infancia puede ser exagerado. La supervisión cercana de los adultos, instrucción de acuerdo a una técnica de levantamiento adecuada, progresión gradual en las cargas de entrenamiento y el evitar cargas excesivas pueden minimizar el riesgo de sufrir este tipo de lesiones en esta población.

### **Lesiones músculo-esqueléticas**

La mayoría de las lesiones que causa el entrenamiento de resistencia (fuerza) durante la infancia no son ni epifísicas ni de naturaleza aguda pero aparentemente se deben a los microtraumas repetitivos ocurridos en las estructuras óseo musculares con un inicio gradual de dolor, disfunción y discapacidad (Brady et al., 1982<sup>465</sup>; Brown y Kimball, 1983)<sup>466</sup>. Brady et al., (1982), reportaron el índice del peso del entrenamiento asociado a las lesiones, sobre un periodo de 4 años en 43 jóvenes atletas entre 13 y 19 años de edad. La lesión más frecuente fue la lesión lumbosacra, seguida por avulsión en la espina iliaca superior anterior al igual que los índices de lesión en la rodilla y la espina cervical. La severidad de la discapacidad varió dentro (en una localización segura) y a través de diferentes tipos de lesión; el tratamiento varió debido a la hospitalización y a las intervenciones quirúrgicas y/o a la interrupción del entrenamiento.

---

Jackson et al (1981)<sup>467</sup>, estudiaron 37 atletas jóvenes que presentaban persistente dolor lumbar: con el uso de la técnica del technetium pyrophosphate bonescan, estos autores reportaron tres casos (hombres de 17 y 19 años de edad) de reacciones de tensión que involucraban los pares interarticulatorios de la región lumbosacra asociada con el entrenamiento de peso. Brown y Kimball (1983), reportaron 98 lesiones asociadas con el levantamiento de potencia en 71 hombres entre 14 y 19 años de edad y que en 1981 concursaron en el campeonato de levantamiento de potencia en la modalidad de adolescentes, realizado en Michigan. El 50% de las lesiones ocurrieron en la parte baja de la espalda y las lesiones más benignas de los tejidos blandos (por ejemplo tirones musculares, tendinitis, calambres) contaron por encima del 83% de todos los tipos de lesión. El índice de las lesiones más severas como fracturas y daño de los nervios fue bajo, 2% y 3.1% respectivamente.

Estos estudios de caso retrospectivos indican que el entrenamiento de resistencia está asociado con ciertos riesgos de sufrir una lesión durante la pubertad y la adolescencia. La lesión del tejido blando, parece ser la que predomina y la parte más baja de la espalda parece ser el sitio más susceptible para que ocurran las lesiones que desencadena el levantamiento de pesas. Aunque estos descubrimientos apuntan al potencial para sufrir una lesión, éstos son específicos para los adolescentes y por consiguiente no se pueden hacer generales para los preadolescentes y los niños. Sin embargo, la predominancia y los tipos de lesiones asociados con las actividades menos estructuradas de levantamiento de pesas, son similares a los que se encontraron en los programas más estructurados de levantamiento de pesas e indicaron que existe un riesgo real de lesión, asociado con el levantamiento de pesas durante la infancia.

Se han hecho muy pocos estudios prospectivos acerca de la seguridad del entrenamiento de resistencia durante la infancia tardía. Servedio et al. (1985), encontraron un entrenamiento de peso con una duración de ocho semanas y en el cuál los sujetos utilizaron estilos olímpicos de

levantamiento, fracasó al causar lesiones en seis niños. De la misma forma, Sewall y Micheli (1986), no reportaron lesiones en un grupo de preadolescentes (hombres y mujeres) que seguían un entrenamiento de resistencia de 9 semanas de duración. Rians et al., (1987)<sup>468</sup> que un entrenamiento de resistencia isokinética, y concéntrica, practicado a un grupo de preadolescentes (Hombres) jugadores de hockey dio como resultado una sola lesión clínica abierta, diagnosticada como una torcedura de hombro. En comparación, ocurrieron seis lesiones asociadas con la participación en otros deportes y actividades de la vida diaria; éstas lesiones son el resultado de la interrupción del entrenamiento, índice comparado con la ausencia causada por la lesión simple del entrenamiento de resistencia. Además no existe evidencia de lesión ósea muscular subclínica o de daño muscular indicado por los niveles de fosfocreatina (CPK) que están asociados con este programa de entrenamiento.

Blimkie et al. (1989), reportaron que un entrenamiento de resistencia de alta intensidad de 20 semanas de duración que incorporando ejercicios isotónicos que involucraban contracciones musculares concéntricas y excéntricas falló en causar lesiones óseas musculares abiertas en los chicos preadolescentes. Sesiones simples de entrenamiento de peso ya sean durante las primeras fases (2 semanas) o durante las últimas (19 semanas) del programa de entrenamiento, no causaron aumentos significantes en el suero de fosfocreatina CPK, un marcador enzimático por daño muscular, o hidroxiprolina urinaria, un marcador no específico para el colágeno y los daños del tejido conectivo. Sin embargo, hubo un aumento significativo en reposo de CPK, pero no en la hidroxiprolina en las 20 semanas del entrenamiento. No existe evidencia de daño crónico de los cartílagos como reflejó el marcador de sulfato de keratina. Estos resultados sugieren que las sesiones individuales de entrenamiento de resistencia, en las primeras o en las últimas etapas de entrenamiento, probablemente no causan daño extensivo muscular o en los tejidos conectivos pero que el efecto acumulativo de las sesiones de ejercicio

---

pesado puede dejar el músculo en un continuo pero no debilitado estado de avería o deterioro. Colectivamente, estos resultados sugieren que la supervisión, la instrucción y prescripción apropiada del entrenamiento de resistencia no es particularmente una actividad estresante o riesgosa para la integridad de los tejidos óseo musculares de los niños prepúberes (preadolescentes).

Con el entrenamiento de resistencia, al igual que con la mayoría de las formas de ejercicio, el potencial para sufrir una lesión se presenta en todas las etapas del desarrollo, durante la infancia e incluso durante la etapa adulta. No existe evidencia de que los preadolescentes sean más propensos a las lesiones relacionadas con el entrenamiento de resistencia que los niños, los adolescentes o los adultos.

Los estudios que usan controles adecuados en cuanto a la longitud, el tipo y la intensidad del entrenamiento de resistencia y para los niveles de supervisión e instrucción técnica tienen que ser dirigidos a averiguar el riesgo relativo de la lesión en las diferentes etapas del desarrollo. Adicionalmente, no existe evidencia de que el entrenamiento de resistencia durante la infancia sea más riesgoso, en términos de la incidencia y la severidad de la lesión óseo muscular, que la participación en muchos deportes populares o actividades recreativas. Los estudios que comparan el entrenamiento de resistencia con otros deportes practicados en la juventud, necesitarían controlar los índices de participación y el tiempo específico de exposición a la actividad y esto no se ha realizado claramente. Sin embargo, los expertos recomendaron un acercamiento prudente al entrenamiento de resistencia, que se adhiera a los principios básicos del entrenamiento y que sea contemplado bajo las limitaciones físicas y psicológicas impuestas por la inmadurez (Blimkie 1989; Fredson, Ward, y Rippe, 1990<sup>469</sup>; Kraemer et al., 1989<sup>470</sup>; Sale, 1989).

## **El mito de una repetición de carga máxima**

Muchos informes expresan el interés y la reserva acerca del uso del levantamiento de una repetición de carga máxima (1RM) durante la infancia. (Academia Americana de Pediatras, 1983; Cahill, 1988; Asociación Nacional de Fuerza y Condicionamiento, 1985; Sewall y Micheli, 1986). Detrás de este interés está el miedo de que la carga de intensidad alta, la cual requiere de un esfuerzo máximo, pueda causar daño estructural y graves complicaciones cardíacas. No existe evidencia de que el levantamiento de una carga máxima o los esfuerzos cercanos al máximo (Por ejemplo la prueba isométrica máxima o la prueba de fuerza isokinética) ejecutados y que siguen una progresión adecuada de carga y calentamiento en los procedimientos seguidos en pruebas de laboratorio, causen lesiones en los niños. Sin embargo se requiere probablemente, un interés mucho mayor en cuanto al levantamiento de cargas máximas dentro del entrenamiento y las competencias de levantamiento de pesas donde las mecánicas de levantamiento son más complejas ya que usualmente incluyen acción múltiple y en donde el calentamiento adecuado, la progresión, la técnica y la supervisión pueden ser algo deseado.

## **Fatalidades por el entrenamiento de resistencia (fuerza)**

Mientras que la mayoría de las lesiones producidas por el entrenamiento de resistencia (fuerza) que pueden ocurrir durante la infancia y la adolescencia son benignas y tratables, siempre existe la posibilidad de que ocurran lesiones más catastróficas. George, Stakiw y Wright (1989)<sup>471</sup>, reportaron como víctima fatal a un niño de 9 años, al que cayó una barra de pesas en el cuello. Se supone que el niño murió, debido a la ruptura del atrio derecho y al cruce de la vena cava inferior que resulta de la compresión contundente del corazón contra la columna vertebral. Ya que esta fatalidad no ocurrió en el contexto de un entrenamiento de resistencia formal o en un programa competitivo de levantamiento de pesas, se podría decir que ésta parece ser más una crítica a los estándares

---

de seguridad del equipo que a la misma práctica del entrenamiento. Además como el accidente no ocurrió bajo condiciones de supervisión, éste subrayado, de una supervisión cercana por parte de adultos experimentados, especialmente para los niños.

### **Prevención y rehabilitación de lesiones**

Comparado con el potencial de lesión asociado con el entrenamiento de resistencia, se ha puesto menor atención a la posibilidad de que el entrenamiento de resistencia durante la infancia, pueda prevenir y rehabilitar lesiones. En otra parte, se han descrito las diferentes bases, que se encuentran detrás de los posibles efectos protectores que tiene el entrenamiento de resistencia contra las lesiones (Fleck y Falkel, 1986)<sup>472</sup>. Existen evidencias limitadas de que el entrenamiento de fuerza disminuye significativamente el grado y la severidad de las lesiones de rodilla en los adolescentes, jugadores de football (Cahill y Griffith, 1978<sup>473</sup>) y de que también disminuye sustancialmente los índices de lesión y el tiempo de recuperación de los y las adolescentes (Hejna, Rosenberg, y Krieger, 1982<sup>474</sup>). De todas maneras, todavía está por demostrar si los niños y los preadolescentes, reciben los mismos beneficios con el entrenamiento de resistencia. Las diferencias en el volumen y la intensidad en el entrenamiento de los deportes, en los grados de agresividad y competitividad y en los índices de participación con y sin contacto a través de las etapas del desarrollo podrían limitar la generalización de estos aparentes efectos positivos en los grupos jóvenes.

### **Entrenamiento de Resistencia (fuerza) y la Flexibilidad**

Con frecuencia, los padres y los entrenadores piensan que el entrenamiento de resistencia resultará en una limitación muscular con una disminución consiguiente en la flexibilidad y un aumento subsiguiente en el riesgo que los niños tienen de sufrir una lesión. No existen evidencias retrospectivas de la reducción de la flexibilidad en los niños que participan en un entrenamiento de fuerza o en competencias de levantamiento de

pesas. Ciertos estudios prospectivos investigaron los efectos del entrenamiento de resistencia en la flexibilidad durante la infancia y la preadolescencia. El entrenamiento de resistencia no produjo cambios perceptibles (menor al 56%) (Servedio et al., 1985), pero sí mejoras significativas (Sewall y Micheli, 1986), o mejoras moderadas y significativas (entre el 8 y el 12 %) (Rians et al., 1987; Siegel Camaione, y Manfredi, 1989<sup>475</sup>) en la flexibilidad e los y las preadolescentes. A los estudios se incorporaron ejercicios de estiramiento, que demostraron mejoras en la flexibilidad (Rians et al., 1987; Siegel et al., 1989) y al basarse en un solo estudio, se obtuvo como resultado una mejora superior en la flexibilidad de las articulaciones que fueron extendidas de manera preferencial, durante el programa de entrenamiento. Basados en este pocos estudios, parece que los programas de entrenamiento de fuerza no tienen efectos perjudiciales en la flexibilidad y si estos también incluyen ejercicios específicos de estiramiento, resultaran en mejoras moderadas de la flexibilidad de los preadolescentes y los niños.

### **Efectos del entrenamiento de resistencia (fuerza) sobre el rendimiento Deportivo**

El rendimiento deportivo se ve influido por diversos factores que incluyen aquellos que son determinados genéticamente (por ej., la estatura) y aquellos que pueden ser modificados por el entrenamiento (por ej., habilidades motoras, la fuerza, etc.). Muchos de los deportes en los cuales los niños participan tienen fuerza sustancial o componentes de potencia y teóricamente, el rendimiento en estos deportes puede ser mejorado con el entrenamiento de resistencia. Existen numerosos caminos en los cuales el entrenamiento de resistencia puede afectar, directa o indirectamente, el rendimiento deportivo. Hasta la fecha, muy pocos estudios han intentado determinar de forma directa la importancia de los cambios de fuerza inducidos por el entrenamiento de resistencia, para mejorar el rendimiento deportivo durante la infancia. Ainsworth (1970)<sup>476</sup> encontró, que un entrenamiento de resistencia de 6 semanas de duración fracasó en mejorar significativamente la fuerza o las velocidades

---

en natación en nadadores y nadadoras entre 7 y 17 años de edad. Sin embargo, un programa suplemental de entrenamiento de resistencia más intensivo y de mayor duración (Blansky y Gregor, 1981<sup>477</sup>) demostró mejoras significativas en la fuerza y en las 100-yd rendimiento de natación en un grupo de nadadores (hombres y mujeres). Tomando como base estos estudios, parece que el efecto positivo del entrenamiento de resistencia en rendimiento de la natación puede depender de la intensidad y de la duración. Además de estos dos estudios relacionados con la natación, no se han encontrado otros estudios que intenten determinar directamente los efectos de aumento inducidos por el entrenamiento en resistencia o que determinen la relativa importancia de los cambios en fuerza y otros posibles resultados del entrenamiento de resistencia, para mejorar el rendimiento deportivo durante la infancia y la preadolescencia.

El efecto del entrenamiento de resistencia en el rendimiento deportivo se ha implicado directamente a los cambios del buen estado físico que siguen al entrenamiento. Nielsen, Behrendt-Hansen y Asmussen (1980)<sup>478</sup> reportaron una mejora significativa (12%) en el rendimiento en salto vertical, en un grupo de niñas preadolescentes un entrenamiento isométrico de extensión de la rodilla, de cinco semanas de duración. Weltman et al., (1986), reportaron un aumento significativo (10.4%) en el rendimiento salto vertical, pero no en el rendimiento de salto largo (3%), en niños preadolescentes que seguían un entrenamiento hidráulico de resistencia de 14 semanas. Estos autores también indicaron que los padres de los niños que fueron parte del programa de entrenamiento, manifestaron rendimientos deportivos mejorados en los mismos.

Mientras que el entrenamiento de resistencia parece mejorar el rendimiento en los tests seleccionados para el estado físico, y aunque es probable que exista una correlación positiva entre la forma y el rendimiento deportivo, estos pocos estudios no proveen evidencias convincentes de que el entrenamiento de resistencia tenga algún efecto, en absoluto, en el rendimiento deportivo durante la preadolescencia y la infancia temprana. La presencia o ausencia de estos efectos se podría

probar con bastante facilidad en deportes cuantificables como en los eventos de salto y lanzamiento, competencias de levantamiento de pesas y de potencia y en eventos de pista y natación. Esta tarea puede resultar más difícil para los deportes de juicio o para los deportes en equipo, en los cuales la contribución individual y los resultados de rendimiento son más subjetivos y menos cuantificables. Sin embargo, los observadores independientes o los entrenados que no podrían saber si los atletas estaban involucrados en un entrenamiento de resistencia formal, podrían evaluar los cambios de rendimiento incluso en los deportes de menor cuantificación. Todavía se debe establecer si el entrenamiento de resistencia durante la pubertad y la niñez, se puede justificar sobre la base de las mejoras del rendimiento deportivo.

### **El Entrenamiento con resistencias (fuerza), el tamaño y la composición corporal**

Los procesos de crecimiento y maduración están asociados con cambios realmente dramáticos en el tamaño corporal (Van Praagh, 2000<sup>479</sup>). A pesar que el tiempo y el ritmo de crecimiento varían de individuo para individuo, entre las edades de 8 a 16 años, la masa corporal de un niño aumenta aproximadamente entre un 160% y una media en las niñas de 125% y la estatura incrementa entre un 40 y 30 % respectivamente (Rowland, 1996<sup>480</sup>;). Paralelo a estos cambios morfológicos, el aumento en medidas absolutas de la *performance* de ejercicio ocurre de una magnitud considerable.

#### ***Estatura***

La naturaleza repetitiva del entrenamiento de resistencia junto con las altas y compresivas fuerzas inherentes asociadas con esta forma de ejercicio, posee la posibilidad de sufrir daños en el tejido de crecimiento y detener el crecimiento. Un informe realizado por Kato e Ishiko(1966)<sup>481</sup> proporcionaron soportes débiles a esta hipótesis y parece haber aumentado el mito del potencial de detención del crecimiento de las cargas pesadas durante la infancia. Kayo e Ishiko notaron disminución en

---

la estatura de algunos niños japoneses que desempeñaron actividades de levantamiento de cargas pesadas durante la labor manual. Pero este estudio fracasó en controlar otros factores, como la nutrición, que también podrían afectar la aparente detención del crecimiento; además los datos no podrían ser tomados como evidencia en la justificación de esta hipótesis.

No obstante, varios de los estudios más recientes han proporcionado ideas adicionales acerca de este estudio. En tres de los seis estudios que reportaron cambios en la estatura, se encontraron, en el transcurso del entrenamiento, ligeros aumentos en la estatura de los grupos entrenados, comparados con los grupos no entrenados. En los otros estudios no se encontró diferencia entre los grupos entrenados y los grupos de control (no entrenados). Estos estudios indican que los programas de entrenamiento de resistencia altamente controlados, supervisados de manera cercana y a corto término (21 semanas) no tuvieron efectos perjudiciales en la estatura durante la infancia tardía. Hasta el momento no se ha determinado si los programas de alta intensidad que se comienzan a edades tempranas y que se dirigen a largos periodos de tiempo, tienen algún efecto en la estatura durante los años de la infancia y la preadolescencia.

### ***Masa corporal***

Con frecuencia, se recomienda el entrenamiento de resistencia como un método para incrementar la masa muscular con el fin de aumentar el rendimiento deportivo. A excepción del estudio de Sewall y Micheli (1986)<sup>482</sup>, el cual indicó una ligera reducción en la masa muscular, todos los estudios acerca del entrenamiento de resistencia en la pubertad y en la niñez, reportaron pequeños aumentos en la masa muscular de los grupos entrenados (1 a 5.5%). En ninguno de estos estudios se observaron incrementos estadísticamente diferentes entre los grupos de control y los grupos entrenados, siendo el promedio de masa de sólo el 2.7%. Estos estudios sugieren que los programas de entrenamiento de

resistencia a corto término no tienen mayor influencia en el desarrollo de la masa corporal durante la infancia y la preadolescencia.

### ***Composición corporal***

Reiteradamente, el entrenamiento de resistencia se recomienda a los adultos como un medio para incrementar la masa corporal pobre y para reducir la grasa corporal. Sólo un estudio ha evaluado cambios en la masa corporal como resultado del entrenamiento de resistencia durante la infancia tardía. Weltman et al., (1986), informaron acerca de una ligera reducción (0.4%) en la densidad corporal determinada por el peso hidrostático, y por la inferencia de una ligera disminución en el promedio de la masa corporal, en los niños preadolescentes que seguían un entrenamiento de resistencia durante 14 semanas. Este cambio no fue significativamente diferente del leve incremento en la densidad del grupo de control. La grasa corporal, indicada por la suma de 11 pliegues de la piel, se incrementó en un 3.3% en el grupo de sujetos entrenados y disminuyó en un 5.1% en el grupo de control. Basados en estos cambios, parece que el ratio de grasa del tejido y el porcentaje de grasa corporal aumentó ligeramente en el grupo entrenado y disminuyó ligeramente en el grupo de control. Los cambios combinados en la masa corporal y los pliegues de la piel, todos implicaron indirectamente pequeños e insignificantes incrementos en la delgada masa corporal, y ni cambio o sólo pequeños e insignificantes cambios en el porcentaje de grasa corporal resultaron del entrenamiento. Según estos estudios, parece que la resistencia al entrenamiento a corto plazo no causa efectos dramáticos ni en el desarrollo somático ni en la composición corporal en los preadolescentes y niños antes de la preadolescencia.

### **Condición cardiorrespiratoria**

La resistencia (fuerza) y la capacidad cardiorrespiratoria en el entrenamiento son a menudo practicadas juntas tanto para el deporte como para el buen estado de condicionamiento físico general. Las respuestas que se adaptan a estas formas de entrenamiento son

---

diferentes y algunas veces pueden ser antagónicas (Dudley y Fleck, 1987<sup>483</sup>; Sale et al., 1990<sup>484</sup>). Ya que el buen estado cardiorrespiratorio aparece como protector contra una enfermedad aterogénica y dada la posibilidad de antagonismo entre las respuestas que se adaptan al entrenamiento de la capacidad cardiorrespiratoria y de la resistencia, se ha generado una preocupación acerca de los posibles efectos perjudiciales del entrenamiento de la resistencia sobre el buen estado cardiorrespiratorio y el riesgo aterogénico durante la infancia.

El antagonismo causado por lo concurrente al entrenamiento de la capacidad cardiorrespiratoria y de la resistencia no ha sido estudiado en los niños, sin embargo los estudios han investigado los efectos del el entrenamiento de la resistencia sobre el desarrollo del buen estado cardiovascular durante la infancia, 12 semanas de entrenamiento en circuito no tuvo efectos significativos en el consumo máximo de oxígeno en niños y niñas de cuarto grado. Los detalles de este estudio son escasos y no se mencionan cambios en el consumo máximo de oxígeno ni en los niños de quinto y sexto grado que fueron estudiados. Weltman et al. (1986), reportó un incremento sustancial en ambos; absoluto (19.4%) y relativo (13.8%) el consumo máximo de oxígeno en los preadolescentes después de 14 semanas de entrenamiento de resistencia predominantemente concéntrica e hidráulica. Así mismo Docherty, Wenger y Collis<sup>485</sup> (1987), también reportaron incrementos significativos en ambos; absoluto (17.9 a 21.5%) y relativo (17.2 a 18.4%) el consumo máximo de oxígeno en niños de 12.6 años de edad que siguieron 4 semanas de una resistencia de entrenamiento concéntrica e hidráulica. Las sesiones de corta duración y el circuito ergométrico de alta intensidad fueron incorporadas a programas de entrenamiento en los dos estudios (Docherty et al., 1987; Weltman et al., 1986), y este modo de entrenamiento adicional puede explicar parte del mejoramiento del consumo máximo de oxígeno de estos estudios, independiente de los efectos del entrenamiento de la resistencia. La similitud en la magnitud de aumento en el consumo máximo de oxígeno entre los estudios de

Weltman et al., (1986) y Docherty et al., (1987), es sorprendente, dado el más bajo volumen y la duración del entrenamiento mucho más cortos en el segundo estudio. Recientemente, se ha observado solo una pequeña e insignificante reducción del consumo máximo de oxígeno; absoluta (1.3%) y relativa (6%) en los preadolescentes que siguieron 20 semanas de entrenamiento de resistencia isotónica tradicional de alta densidad (Blimkie et al., 1999). Estos resultados fueron probablemente debidos más a la poca motivación durante el post - test que a un condicionamiento reducido basado en el bajo ritmo cardíaco máximo observado en el post - test y las respuestas respiratorias cotidianas del grupo entrenado .

Aunque los datos son limitados, parece que ese tipo de alta intensidad isotónica tradicional tiene poco o ningún efecto en el desarrollo del buen estado cardiorrespiratorio como reflejo del consumo máximo de oxígeno durante la preadolescencia y antes, los datos suministraron que no hay reducción de otras actividades de la vida diaria, incluyendo una participación deportiva. Por el contrario, parece que el buen estado cardiorrespiratorio puede ser más sensitivo y responder a las repeticiones de una alta resistencia concéntrica almacenada que a una alta intensidad isotónica almacenada durante la infancia. Esto puede deberse al alto volumen de trabajo y al gran gasto de calorías asociado con los ejercicios concéntricos recíprocos durante una resistencia hidráulica al entrenamiento comparado con los modos de entrenamiento isotónicos o libres de peso. Los cambios reportados del consumo máximo de oxígeno en los estudios que usaron un entrenamiento de resistencia hidráulica son comparables con los mejoramientos reportados en el buen estado cardiorrespiratorio de los niños que siguieron programas de entrenamiento de la capacidad cardiorrespiratoria de alta intensidad (Rowland, 1985). Si estas observaciones son precisas, el entrenamiento de la resistencia recíproca concéntrica puede ser la mejor forma de entrenamiento para un óptimo mejoramiento en la fuerza y el buen estado cardiorrespiratorio durante la infancia. Pese a los intentos de adoptar las virtudes de este tipo

---

de entrenamiento para los niños, el tema es ambiguo y necesita más estudios.

## **Adaptaciones cardiovasculares**

### ***Presión sanguínea***

Las modificaciones cardiovasculares al ejercicio de resistencia varían considerablemente de los que ocurren en respuesta a la capacidad al ejercicio, al menos en los adultos (Petrofsky y Phillips, 1986<sup>486</sup>). Sin embargo, se sabe mucho menos acerca de las modificaciones cardiovasculares agudas y crónicas en los niños para resistir el ejercicio o el entrenamiento. El ejercicio dinámico de resistencia se traduce en un efímero e insignificante aumento en la presión sanguínea tanto diastólica como sistólica y un incremento posterior en la carga posterior cardíaca en los adultos (Fleck y Dean, 1987; MacDougall et al., 1985<sup>487</sup>). Solo un estudio ha investigado las respuestas agudas de la presión sanguínea durante el levantamiento de pesas en los niños. Nau, Katch, Beckman y Dick (1990)<sup>488</sup>, investigaron la aguda presión sanguínea intra-arterial durante la presión del ejercicio en la barra de 8 hombres y 3 mujeres de 8 a 16 años de edad. Los sujetos trabajaron en la barra hasta la fatiga con intensidades de 60, 75, 90 y 100% de su peso de 1-RM. El tope de la presión sistólica y diastólica incrementada por un 35% a 48% y 55 a 72%, respectivamente, y el tope del ritmo cardíaco se incrementó sobre la línea de base de un 62 a un 72 % bajo varias condiciones de peso. El tope máximo de la presión sistólica y diastólica ocurrió al 75% de 1-RM de carga; sin embargo, no hubo diferencias significantes en los topes de las presiones a través de las condiciones. Además, las presiones se incrementaron continuamente con un número creciente de repeticiones y los topes de las presiones siempre ocurrieron durante la última repetición, representando el punto de fatiga voluntaria. Pese a que la línea de base fue absoluta y el tope de las presiones fue más bajo en los niños que en lo reportado por los adultos bajo condiciones similares, los cambios relativos (el porcentaje aumentó sobre la línea de base) en los topes de

las presiones durante el levantamiento fueron aparentemente similares en el trabajo de los adultos con pesos similares. Los resultados de este estudio sugieren que la resistencia al ejercicio provoca una sustancial respuesta a la presión y una carga cardíaca posterior en los niños y modificaciones en la presión sanguínea durante el ejercicio de resistencia parecen similares en los niños y en los adultos.

Se ha generado una preocupación sobre la posibilidad de un desmayo (síncope) secundario debido a los pasajeros incrementos en la presión sanguínea durante la resistencia al ejercicio. Han sido reportados en los adultos casos aislados de desmayos durante el levantamiento de pesas (Karpovich, 1951; Reilly, 1978), y parecen estar relacionados con el almacenamiento de la respiración (la maniobra de Valsalva) durante la ejecución de levantamientos pesados. No han sido reportados casos de niños desmayados ni durante el levantamiento de pesas ni durante estudios en perspectiva de resistencia al entrenamiento en niños. Pese a la posibilidad de desmayos en los niños, es probablemente una rara situación en los niños, que puede prevenirse con la adecuada instrucción en la respiración y técnicas de levantamiento.

Mientras la respuesta a los efectos transitorios de la resistencia al ejercicio sean bien establecidos, las modificaciones crónicas en la presión sanguínea durante el descanso del entrenamiento de resistencia son erróneas. El límite de la hipertensión ha sido reportado en adultos físico culturistas y levantadores de pesas (Spitler et al., 1980<sup>489</sup>; Staron, Hagerman y Hikada, 1981<sup>490</sup>); Sin embargo, estos estudios no consideraron los posibles efectos de esteroides usados en la respuesta de presión. Cuando el uso de esteroides es discontinuado, otros estudios de corte transversal han reportado una presión sanguínea normal en descanso y en entrenamientos de resistencia de atletas adultos y estudios de entrenamiento a corto plazo no han mostrado cambios en las presiones o disminuciones significativas en la presión sistólica y en ambas presiones: sistólica y diastólica (Goldberg et al, 1984<sup>491</sup>).

---

No existen informes retrospectivos ni de corte transversal sobre una presión sanguínea anormal en los niños entrenados o para competir en levantamiento de pesas. Solo unos pocos estudios en perspectiva han investigado cambios en las presiones sanguíneas de los niños como respuesta al entrenamiento de resistencia. Servedio et al. (1985) reportó una reducción en el descanso diastólico, pero no en el sistólico, presión sanguínea en un grupo de bastantes preadolescentes que siguieron 8 semanas de levantamiento de pesas con estilo olímpico. Weltman et al, (1986) reportó que 14 semanas de resistencia hidráulica no afectaron significativamente la presión sanguínea del descanso en un grupo de preadolescentes. Sin embargo, ninguno de estos estudios presentaron datos de presión sanguínea actual. Last, Blimkie et al. (datos sin publicar) encontró que 20 semanas de una resistencia isotónica pesada del entrenamiento no tuvo un significativo efecto diferencial en la presión sanguínea sistólica o diastólica del grupo de niños. En el único estudio relacionado, Haberg et al., (1984) reportó reducciones leves en la presión sistólica (3%) y en la presión diastólica (5%) en adolescentes previamente hipertensos (antes de 5 meses de entrenamiento de fuerza) que siguieron 5 meses de entrenamiento de resistencia. Colectivamente, estos resultados sugieren que la aguda adaptación de la presión en el entrenamiento de resistencia son similares en los niños y adultos y que al menos el entrenamiento de resistencia a corto plazo (como se relaciona en la mayoría de estudios hechos con adultos) no causa una hipertensión continua en los niños.

### ***Funciones y dimensiones cardíacas***

Como para los adultos, la posibilidad de una hipertrofia cardíaca, también existe para los niños una adaptación crónica al entrenamiento de resistencia inducido que se incrementa en la presión sanguínea y la carga posterior. Sólo dos estudios han investigado los efectos del entrenamiento de resistencia en las funciones y dimensiones cardíacas en los niños preadolescentes y menores. Servedio et al., (1985) reportó un significativo aumento en el fin de la dimensión diastólica ventricular izquierda (pero no

especificó si eran diámetros internos o dimensiones de la pared posterior) y también reportó un aumento significativo en el volumen calculado del latido y la producción cardíaca en los niños preadolescentes que siguieron 8 semanas de levantamiento de pesas de estilo olímpico. No se especifica si existen diferencias en las funciones y dimensiones cardíacas entre los entrenados y los grupos de control previos al entrenamiento y los datos ecocardiográficos actuales no fueron presentados en este informe. Más recientemente, Blimkie et al. (datos no publicados) usaron una ecocardiografía modo M para calcular los cambios en las funciones y dimensiones cardíacas en el descanso de los niños preadolescentes siguiendo 20 semanas de entrenamiento de resistencia pesado. No hubo efectos diferenciales significativos en el entrenamiento o en el grosor de la pared ventricular posterior, en los diámetros internos del ventrículo izquierdo durante la sístole o diástole, o en la reducción ventricular izquierda y las fracciones de expulsión. Muy pocos estudios han sido conducidos a plantear inequívocamente los efectos del entrenamiento de resistencia en las dimensiones y funciones cardíacas durante la preadolescencia o antes. Sin embargo, parece, que el entrenamiento isotónico de resistencia de alta densidad a corto plazo puede no alterar las dimensiones y funciones cardíacas durante la última infancia. Los efectos de un entrenamiento a largo plazo y las diferentes formas de entrenamiento de resistencia en las modificaciones cardíacas queda por determinarse.

### ***Lípidos y lipoproteínas sanguíneas***

Los estudios epidemiológicos han demostrado una clara asociación entre ciertos perfiles lípidos y lipoproteínicos y el riesgo de una enfermedad de la arteria coronaria en los adultos (Castelli et al., 1977<sup>492</sup>). Adicionalmente, hay una extensa información acerca de los efectos de la capacidad y de la resistencia al entrenamiento en los perfiles lípidos y lipoproteínicos en los adultos. Por el contrario, hay una limitada información acerca de los factores de riesgo lípido y lipoproteínicos durante la infancia (Despres, Bouchard y Malina, 1990)<sup>493</sup>, y acerca de la asociación entre estos perfiles

---

de la infancia y riesgos en los adultos de enfermedades de la arteria coronaria. También existe poca información de los efectos del ejercicio en general (Despres, Bouchard y Malina, 1990) y en particular el entrenamiento de resistencia (Weltman et al., 1986) en perfiles lipoproteínicos -lípidos durante la infancia.

Weltman et al. (1986), reportó una reducción significativa en el suero del colesterol y un aumento significativo en la porción de alta densidad lipoproteínica-c (HDL-C), sobre el total del colesterol en los preadolescentes que siguieron 14 semanas de entrenamiento de resistencia hidráulico. No hubo cambios significativos, sin embargo, en el suero de triglicéridos o en la fracción de HDL-C. Los niveles de colesterol pre estudiados fueron elevados en el grupo entrenado, y como lo sugerido por los autores, estos explican parcialmente la reducción en el total de colesterol observado en el grupo durante el entrenamiento. Pese a que este estudio sugiere que el entrenamiento de resistencia puede tener un efecto positivo en los perfiles lípido -lipoproteínicos, los autores señalaron que las reducciones en el total del colesterol no podrían atribuirse enteramente al entrenamiento de resistencia, porque otros cambios fisiológicos conocidos influenciaban estos perfiles (e.g.,el estado cardiovascular mejorado) ocurre también en este estudio. Los resultados de este estudio son confusos por la falta de controles alimenticios y por la falla al separar los efectos residuales del último turno de entrenamiento de los efectos crónicos de los perfiles en los lípidos-lipoproteínicos.

En otro estudio relacionado, se reportaron mejoramientos significantes en los perfiles lípido-lipoproteínicos (Ej., disminución de la baja densidad lipoproteínica del colesterol o LDL-C, incremento HDL-C, incremento HDL-C sobre el total de la porción de colesterol) de los adolescentes que siguieron 9 semanas de entrenamiento con pesas de alta densidad isotónica. Estos cambios persistieron incluso cuando los investigadores ajustaron cambios en el peso (índice de masa corporal), y los cambios ocurridos sin ningún cambio en el estado cardiovascular.

Estos estudios sugieren pero no prueban inequívocamente que el entrenamiento de resistencia puede inducir cambios lípido- lipoproteínicos favorables durante la infancia. La investigación no ha determinado aún si estos cambios se deben a los efectos fisiológicos del entrenamiento de resistencia *per se* o si se debe a efectos secundarios de este tipo de entrenamiento en otros factores como el peso corporal, la composición del cuerpo o el mejoramiento del estado cardiorespiratorio. Sin embargo, desde una perspectiva clínica o terapéutica, el mecanismo subyacente a estos cambios puede ser menos importante que el hecho que el entrenamiento de resistencia aparece asociado con los mejoramientos en los perfiles lípido-lipoproteínicos de los niños. Los futuros estudios deben controlar los niveles lípido-lipoproteínicos iniciales para una dieta y para cambios en la composición corporal y el buen estado cardiorespiratorio; deben distinguir entre los efectos agudos y crónicos del entrenamiento; deben incluir niños de grupos de bajo y alto riesgo en términos de perfiles lípido-lipoproteínicos y deben comparar los efectos de diferentes formas de entrenamiento de resistencia.

### **Abuso de esteroides anabólico-androgénicos**

Algunos estudios han indicado que los niños y adolescentes están abusando de los esteroides anabólico- androgénicos (Academia Americana de pediatría, Comité de Medicina Deportiva, 1989<sup>494</sup>; Johnson et al., 1988<sup>495</sup>). Se estima que el predominio del uso de esteroides anabólicos entre la población adolescente en general incluye tanto estudiantes de primaria como de secundaria (de 8 a 12 grados) menor del 1% al 6.6%. Dado que los esteroides supuestamente aumentan el desempeño atlético, no es sorprendente que un alto ritmo predominante del uso de esteroides - entre 1.4% y 12.5% (Johnson et al., 1988), haya sido reportado por los atletas adolescentes. Entre los deportes existe también una evidencia del gran abuso en el llamado grupo de deportes de fuerza como el fútbol, la lucha, el baloncesto y el atletismo; cada uno de los cuales tiene una formidable aceptación en los niños de Norteamérica. Ya que el entrenamiento de resistencia es a menudo incorporado en los

---

programas de entrenamiento para estos deportes, el entrenamiento de resistencia *per se* está implicado, por asociación, en el abuso de los esteroides por estos atletas adolescentes. No existe evidencia de que el entrenamiento de resistencia por sí mismo, independiente de la participación deportiva (Ej., por propósitos recreacionales o de buen estado físico) esté asociado o motive el abuso de los esteroides en los niños o adolescentes. Cuando el entrenamiento de resistencia es usado como un medio de mejorar el desempeño deportivo, sin embargo, el incentivo para el abuso de los esteroides parece mayor y presenta un real y aparente incremento que concierne a los programas deportivos para los adolescentes.

Pese a la poca información acerca del predominio del abuso de esteroides durante la preadolescencia y antes. Los profesionales en la asistencia médica, los entrenadores y los padres deben estar siempre vigilantes contra la propagación de este abuso entre los atletas jóvenes. Además, el abuso de esteroides anabólicos parece ser un dilema ético que no está reservado solamente a los atletas jóvenes. De acuerdo con un informe, un gran porcentaje (20%) de las solicitudes de esteroides para los adolescentes es hecha por los padres, especialmente por los padres cuyos hijos juegan al fútbol. Claramente, los programas educacionales que tienen que ver con los temas médicos y éticos que rodean los abusos ergogénicos deben centrarse no sólo en el atleta joven sino en las otras influencias significativas, incluyendo los padres, los entrenadores y los organizadores deportivos.

### **Contraindicaciones para el entrenamiento con resistencias (fuerza)**

El entrenamiento con resistencias (fuerza), debe ser una forma de beneficio potencial y relativamente de bajo riesgo para la mayoría de los niños saludables. A excepción de los estudios de Vignos y Watkins (1966), no existen informes de los beneficios y riesgos de este tipo de entrenamiento altamente especializado para los preadolescentes con

enfermedades o condiciones médicas crónicas. Sin embargo, parece prudente que el entrenamiento de resistencia debe ser recomendado cuidadosamente y debe ser conducido solo bajo una supervisión médica y con una estricta monitoría para los niños con las siguientes condiciones: Condiciones artríticas, enfermedades cardiovasculares y respiratorias, trastornos musculares y neurológicos, condiciones endocrinológicas y metabólicas y trastornos psicológicos y mentales. El entrenamiento de resistencia puede suministrar efectos directos e indirectos en algunas de estas condiciones; sin embargo, deben realizarse futuras investigaciones en este aspecto.

---

## PARTE VIII

### EL ENTRENAMIENTO CON NIÑOS

Hemos acudido a algunos autores como Beunen y Malina (1988<sup>496</sup>, 1996)<sup>497</sup>; Beunen (1997)<sup>498</sup>; Blimkie (1989<sup>499</sup>); Froberg y Lammert, (1996)<sup>500</sup>, para clasificar algunos términos sobre el crecimiento y desarrollo.

#### **Infancia o niñez**

Es el periodo de alrededor de tres años hasta la pubertad.

#### **Prepúberes**

Los rangos de edad de 6 a 11 años para niñas y de 6 a 13 años para niños, (niños y niñas pre-púberes) corresponden a los estadios I y II de desarrollo de pelo púbico (Tanner, 1967)<sup>501</sup>, del periodo de desarrollo.

#### **Pubertad**

Es el periodo cuando la maduración sexual toma lugar

#### **Adolescencia**

Este periodo comprende la maduración sexual hasta que la edad adulta es alcanzada.

#### **Madurez (edad adulta)**

Es el periodo después del cual la estatura final es alcanzada.

#### **Crecimiento**

Se refiere al tamaño corporal alcanzado y la velocidad de crecimiento (cambios en el tamaño sobre un periodo de tiempo, usualmente un año). Incluye incremento del número de células (hiperplasia), aumento del

tamaño celular (hipertrofia) y el incremento de las sustancias intracelulares.

### **Madurez**

Se refiere a la distancia que ha sido recorrida hasta la vida adulta e incluye diferenciaciones celulares, mayoritariamente durante la vida prenatal, y los cambios cualitativos y proporcionales. Indicadores importantes de la maduración son el tiempo y el *timing* de los procesos. La madurez por lo tanto varía con los sistemas biológicos considerados, tales como el sexual, morfológico dental, y la madurez esquelética son los más frecuente usados (Malina y Bouchard, 1991)<sup>502</sup>.

### **Desarrollo**

Desarrollo es un término muy extenso e incluye crecimiento, maduración, aprendizaje, entrenamiento y una variedad de experiencias diarias. Por lo tanto usado en desarrollo de la fuerza es apropiado, desde que incluye crecimiento muscular, cerebro y células nerviosas, maduración del cerebro y el control neuromotor, y una variedad de ejercicios y experiencias diarias que resultan en niveles de fuerza específica.

**El concepto de niño e infancia** para la psicología evolutiva comprende el tiempo entre el nacimiento y el inicio de la madurez sexual.

Orientándose en el sistema escolar, en la integración dentro del proceso laboral y en la fecha fijada en relación a las primeras manifestaciones puberales, se determinó, la edad de la infancia entre 0 y 14 años. Dados los fenómenos de avance individual y secular que se manifiestan de múltiples formas, se puede fijar una fecha para el cambio a la adolescencia teniendo en cuenta las orientaciones de Tanner (1962). La aceleración del desarrollo físico caracterizada por la manifestación más temprana de los cambios (dentición, madurez sexual, y otros), el retraso del envejecimiento y el incremento de talla y peso.

Según la Convención de Derechos del Niño, en el Artículo 1. parte 1. se entiende por niño todo ser humano menor de 18 años, excepto que en virtud de la ley que le sea aplicable, halla alcanzado la mayoría de edad antes.

**Tabla 10. Características de las fases evolutivas infantiles y adolescentes según Hahn (1988).**

Edad	Características
Edad del lactante (primer año de vida)	Aparición del primer diente de leche (aprox. en el sexto mes) – Aumento de la estatura en un 15 %.- Aumento del peso en un 300 %.- Subdesarrollo del aparato neuro-muscular (movimientos descoordinados).
Edad de niño pequeño (del primer al tercer año de vida)	Tórax corpulento con piernas relativamente largas Cabeza grande en relación al tórax Gran necesidad de movimiento Formas de movimiento: reptar, gatear, deslizarse. Aprendizaje de una preforma del andar Fijación de la coordinación motriz y dominio de las formas motrices básicas
Edad preescolar (entre el tercer y el sexto año de vida)	Crecimiento más pronunciado de las extremidades. Perfilación del tórax. Disminución de las adiposidades subcutáneas. Formación de las curvaturas de la columna vertebral. Disminución de la megalocefalía. Mejora de la relación entre las palancas de fuerza y carga. Dominio de las combinaciones de movimientos más importantes y de las destrezas elementales.  - Salida del primer diente de la dentadura definitiva
Temprana y mediana edad escolar (6 a 11 años)	Primer cambio de la complexión; pronunciado crecimiento longitudinal. Disarmonía entre tronco y extremidades.  Fase prepuberal: Inicio. 9 a 10 años (niñas), o bien 10 a 11 años (niños). Inicio de la formación de las características sexuales secundarias  Normalización de las proporciones corporales. Estabilización de la coordinación motriz.
Edad de maduración (pubertad de 11 a 18 años)	Primera fase puberal:  Inicio: 11 a 13 años (niñas), o bien 12 a 14 años (niños).  Maduración sexual, menarquia  Segundo cambio de la complexión (incremento del crecimiento longitudinal, desproporcionalidad entre extremidades y tronco, perturbaciones coordinativas).  Segunda fase puberal: Inicio: 12 a 14 años (niñas), o bien 15 a 16 años (niños). Armonización de las proporciones corporales. Armonización en las secuencias de movimientos. Terminación de las diferencias específicas entre los sexos.

Nos ha parecido importante las aportaciones que hace Hahn (1988) sobre las características de las diferentes fases evolutivas infantiles y adolescentes, presentadas en la Tabla 10.

Los fenómenos de este avance no corresponden automáticamente a tendencias de adelantar los hechos en los campos cognitivo (percepción, memoria, pensamiento), emocional y social. Estas aceleraciones físicas pueden contrarrestarse con estancamientos mentales (fenómeno retardado), dificultades de adaptación emocional (comportamientos de llamar la atención) y problemas sociales (peligro de toxicomanía).

Cualquier diferenciación es difícil y toda subdivisión debe tener en cuenta las características individuales. Hay igualmente jóvenes de 12 años y niños de 15.

En la mayoría de países los niños a la edad de 11 y 12 años, termina la escuela elemental. En éste periodo se debe fomentar la integración en la sociedad y preparar la decisión individual. La fase del nivel de orientación ha de convertirse también en una ayuda para la decisión.

En estas edades puede diferenciarse:

**La emancipación social:** los niños son todavía muy dependientes de los adultos, están bajo las instrucciones de padres, profesores y entrenadores. Los jóvenes buscan la identidad del yo separándose de su casa y de los adultos. Presiones y obligaciones quedan contestadas a menudo por rechazos, agresiones y salidas del campo de acción.

**Superación del mundo:** a los niños les interesa la conquista expansiva de su entorno, todavía son creyentes sencillos en relación poco críticos. Los jóvenes viven el mundo a través del propio yo, con sus necesidades, intereses y preferencias.

**Asimilación de informaciones:** Por su reducida capacidad crítica, los niños aprenden todavía con menos problemas, de forma acrítica y por ello natural. Los jóvenes dirigen su comportamiento a través de la

---

comprensión de los contextos y los transcurso o bien través de sus problemas en la unión social. Aprenden por un lado de una forma más intelectual, racional y por otro lado más egocéntrica y emocional.

En el supuesto que el deporte se desarrolla como una sistemática de comportamiento motor, contrariamente al juego, siguiendo determinados modelos preestablecidos, se ha de presuponer una intervención (influencia) pedagógica que tiene como objetivo un incremento claro de dominio, conocimiento, vivencia y acción. Ello sólo se puede conseguir esporádicamente durante los primeros años de vida, por ello sólo es factible un entrenamiento deportivo de este tipo en el tiempo después de la madurez escolar. Ésta se alcanza cuando el niño es capaz de dirigir sus impulsos y su atención, acogerse a tareas impuestas desde fuera y llevarlas a un final triunfal igual que integrarse en la estructura social que es el grupo.

## **EDAD INFANTIL ESCOLAR**

Las formas de movimiento se convierten en oportunos para el objetivo, las acciones más bien emocionales, voluntariamente dirigidas, y los conceptos globales, analíticos. La realidad se percibe con mayor objetividad aunque preferiblemente relacionada con la apariencia y la intención. A pesar de que los logros sico-físicos estén al inicio de su desarrollo, permiten ya la adquisición de las técnicas culturales exigidas en los cursos iniciales.

Se produce para profesores y entrenadores una mayor responsabilidad pedagógica y obligación moral entrenando con niños, lo que este trabajo quiere subrayar especialmente. Se han de excluir también las pretensiones a menudo exageradas de padres ambiciosos o la imagen irreal de las facultades por parte de los clubes, para dar a los niños las posibilidades de desarrollar plenamente sus capacidades mediante un entrenamiento adecuado.

## **POSIBILIDADES Y RIESGOS DEL ENTRENAMIENTO CON NIÑOS**

Para Hahn (1988), las hipótesis existentes parten desde «deporte con los niños significa asesinarles», «deporte infantil es igual que trabajo forzado» hasta llegar a «deporte con niños se hace servir como verificación de la propia capacidad de rendimiento» y «el deporte proporciona una posibilidad de encontrar el yo y de desarrollar la autonomía».

En esta batalla las instituciones no deportivas se vuelven a menudo defensoras del niño. Sobre todo la prensa recoge casos espectaculares para argumentar contra el entrenamiento con niños.

Kaminski (1982)<sup>503</sup>, demuestra claramente que los datos que utilizan los medios como básicos no son representativos para el deporte de alto rendimiento en sí, sino más bien se da el caso de que se hacen generalizaciones para el entrenamiento con niños partiendo de casos singulares y espectaculares.

Se manifiestan los siguientes inconvenientes de una forma relativamente global:

- Se cuestiona la actividad realizada en el deporte infantil (no propia de niños, especialización irresponsable, parecido o idéntico con trabajo, comportamiento de robot o de militar);
- determinadas formas del hospedaje de los atletas se caracterizan críticamente como acuartelamiento (sistema totalitario);
- la cantidad de tiempo invertido se considera como inaceptable;
- se pone en duda que el deporte de alto rendimiento de los niños no dañe su desarrollo (niñez pérdida, disminuye la consecución de la competencia social, privación del tiempo libre y otros más);
- se temen efectos secundarios negativos para la génesis de la personalidad (ambiciones exaltadas, auto-imagen de estrella y otros más);

- 
- consecuencias para el estado actual (temor fuerte, decepción, depresión y otros más);
  - problemas del equilibrio interno de cada uno y de su comportamiento (los problemas, los temores y las preocupaciones se suprimirían en lugar de experimentarlos, tendencias masoquistas, ambiciones maniáticas de rendimiento y otros más);
  - relaciones sociales problemáticas como son: El ambiente autoritario en los entrenamientos, presión social, motivaciones extrínsecas, ser el objeto de manipulaciones. Para este argumento se hacen servir y se responsabilizan los intereses específicos a nivel social (padres, entrenadores) y a nivel organizativo (federaciones, nación);
  - aprovechamiento por parte de los medios públicos; incentivos por aumentar el estatus social;
  - efectos sociales problemáticos (función de servicio de la familia del atleta, situación conflictiva del entrenador entre contemplar la edad del atleta y las necesidades de rendimientos máximos (Kaminski, 1982).

Para Hahn (1988), el entrenamiento con niños puede tener un efecto positivo para los mismos en presencia de la responsabilidad pedagógica necesaria. Esto tiene que considerarse en todos los entrenamientos y provocar consecuencias pedagógicas y político-deportivas (Andresen, 1979)<sup>504</sup>.

## **INICIO TEMPRANO DEL ENTRENAMIENTO**

Los éxitos de algunos atletas entrenados desde muy pronto (por ejemplo, Nadia Comaneci) tuvieron como consecuencia imitaciones no recomendables y poco constructivas. Las razones para el inicio de los entrenamientos en edades tempranas son múltiples y pueden ser:

El adelanto de la edad de máximo rendimiento a nivel nacional e internacional. Esta tendencia tiene sobre todo efecto para deportes de un

alto índice de movimientos coordinados (por ejemplo, gimnasia artística, gimnasia rítmica, patinaje artístico, natación).

El tiempo promedio de desarrollo y estabilización del rendimiento, resulta obvio el inicio temprano en edad de niño de los programas específicos de entrenamiento; el desarrollo de un sistema de competición para niños que todavía hoy consiste en un traspaso de las formas competitivas de los adultos al campo de los niños sin adaptación. Puesto que el entrenamiento deportivo sólo tiene sentido si se puede participar en competiciones, el entrenamiento de los niños se modificará decisivamente cuando las federaciones hayan creado competiciones adecuadas; el compromiso temprano con un deporte y la especialización relacionada con ello evitan un desarrollo satisfactorio para las cualidades de cada uno.

Los niños que poseen cualidades motrices en esta fase temprana no se orientan en un deporte específico, tienen capacidades para muchas disciplinas y disponen de una amplia gama de movimientos no específicos de un deporte en concreto todavía; la definición deficiente de las cualidades indicando que constituye un potencial establecido o fijado en mayor parte por factores genéticos que se puede hallar en temprana edad (selección temprana); el enfoque hacia el éxito de los entrenadores (o bien padres, o clubes, o federaciones) que quisieran conseguir en el menor tiempo posible un aumento de su prestigio a través de los éxitos de atletas. De esta forma se sobre valoran determinadas cualidades, pasan de éxito en éxito y finalmente se **quemán**. No tiene lugar ninguna responsabilidad pedagógica, las ambiciones equívocas de los padres que quieren convertir a sus hijos en estrellas del deporte. A menudo resultan ser una sobrecompensación

**Tabla 11. Número de niños en los cuadros nacionales de Alemania en 1980 y 1981 (60 clubes deportivos con cerca de 4.000 deportistas. Según Friedrich (1982, 8)<sup>505</sup>.**

Año 1980			Año 1981			
Niñas	Niños	Total	Edad	Niñas	Niños	Total
57	9	66	hasta 14	28	4	32
26	2	28	hasta 13	6	3	9
11	-	11	hasta 12	2	1	3
Total 94	11	105	Total	36	8	44

de los éxitos no conseguidos por ellos mismos. Los padres invierten en sus hijos mucho tiempo, dinero y gastos y quieren como recompensa los éxitos de los mismos, el traslado de programas de entrenamiento del campo de los adultos y su adaptación no razonada para los niños.

Estas razones son extrínsecas a los niños. Son las ambiciones de éxito de los padres, deporte y sociedad y que pueden no satisfacer las necesidades o aspiraciones de triunfo de los niños.

## **PELIGROS Y RIESGOS**

El entrenamiento con niños se rige en primer lugar por objetivos que son externos a los niños (objetivos extrínsecos).

La escala para el deporte de alto rendimiento es el éxito que le acompaña; en la rehabilitación los efectos que se quieren lograr. Nadie pregunta por las necesidades y preferencias de los niños.

El éxito se mide en el rendimiento que se tiene que dar en una competición para poder ganar. Mientras no exista un sistema adecuado

para niños, los entrenadores y monitores los prepararán para este éxito. Esto está en el interés de todos.

Las federaciones han hecho muy poco hasta el momento para puntualizar, delimitar y de esta manera describir con mayor exactitud el entrenamiento y la competición.

Ya que faltan informaciones detalladas respecto a un entrenamiento objetivo y adaptado al niño, se van sacando simples conclusiones análogas del entrenamiento de los adultos hacia el entrenamiento infantil:

\* Conclusiones erróneas según Hahn 1988:



- El niño es un adulto en pequeño, y por ello se establece una reducción lineal y cuantitativa (tiempo, intensidad, volumen);
- para conseguir ya en edad de niño rendimientos excepcionales se entrena relativamente mucho.
- este mayor rendimiento se interpreta a menudo como cualidad deportiva, a pesar de que se trata en la mayoría de los casos de un rendimiento de un entrenado frente a otro menos o no entrenado;
- el entrenamiento se enfoca como un proceso (monodimensional) de perfección, hacia unos objetivos donde no existe cabida para otros contenidos (por ejemplo, el comportamiento lúdico);
- tiene que haber una especialización temprana para concentrar la energía en el dominio de unos pocos esquemas motrices;

---

• por ello se tienen que formar de igual manera todas las capacidades de condición física para ser incluidos en este perfeccionamiento;

• Para introducir a los niños pronto en las competiciones se tiene que actuar de forma parecida como los adultos para evitar una ruptura en el momento de pasar a senior.

En el entrenamiento con niños están las buenas intenciones por parte de los padres: mejorar las condiciones iniciales de los niños para aumentar sus oportunidades;



• de las instituciones: dar posibilidades óptimas a la juventud en el mundo moderno, disminuir rendimientos inferiores, fomentar la integración social y asegurar una igualdad de posibilidades;

• las federaciones: reforzar los éxitos, aumentar el prestigio internacional fomentando puntualmente las nuevas generaciones.

Vanek (1979)<sup>506</sup> anota que estos atletas frustrados por la pérdida de su ventaja terminan a menudo su carrera rápido.

Estos perjuicios se pueden cuantificar desde el punto de vista médico y ortopédico. Por ejemplo los estudios de Cotta (1979)<sup>507</sup>, en el deporte de alto rendimiento con niños y adolescentes muestran modificaciones patológicas en gimnasia, remeros, saltadores de pértiga, lanzadores de jabalina, nadadores de mariposa, levantadores de peso, saltadores artísticos y practicantes de la cama elástica. Cotta (1979), indica que el deporte fomenta en el niño y en el adolescente la madurez, el crecimiento y el desarrollo, pero lo que puede ser peligroso es el deporte de alto rendimiento específico realizado en edad infantil o temprana.

## **CRITERIOS EN EL ENTRENAMIENTO CON NIÑOS**

Para conseguir por una parte un entrenamiento efectivo que por otro lado no sea perjudicial, se tienen que considerar, según Andresen (1979), los siguientes factores:

Los atletas, padres y educadores y entrenadores de los niños y adolescentes involucrados en deporte de rendimiento, deben estar concientes de las oportunidades y riesgos que se encuentran y prevenir cualquier situación anómala.

El entrenador no se puede valorar por los tempranos éxitos de sus alumnos jóvenes, para no ocasionar descuido de las reflexiones psico - pedagógicas en la enseñanza de sus atletas.

La problemática de la escuela y el deporte de club, se direcciona hacia una carrera universitaria, como también que el niño pueda llevar una carrera deportiva dirigida hacia el alto rendimiento.

Proporcionarle ídolos con óptimas capacidades psico-sociales a los que pueda emular el niño, sin que éste vaya en detrimento de su personalidad.

Los objetivos deportivos no deberán descuidar la formación académica y su carrera profesional.

## **LAS FASES DEL ENTRENAMIENTO**

La optimización de un rendimiento máximo deportivo se considera como un proceso desarrollo y de formación de varias fases, como son:

- entrenamiento básico;
- entrenamiento de desarrollo;
- entrenamiento de rendimiento;
- entrenamiento de alto rendimiento;

---

Estas fases de entrenamiento dependen de: La edad de rendimiento máximo de cada deporte, el inicio de una carrera deportiva, factores regionales y situacionales (entorno), oferta de los clubes deportivos.

La fase de entrenamiento de base cobra mucha importancia, pues las anomalías o fallas de la enseñanza- aprendizaje, tendrán efectos retardados par aprender correctamente los gestos y esquemas motrices, y que una vez aprendidos adecuadamente, será difícil olvidarlos, pero si es aprendido erróneamente se hará más difícil después corregirlo.

Según Martín (1981)<sup>508</sup>, la consecución sistemática de los objetivos en un orden establecido, depende de la secuencia específica del rendimiento de cada deporte. El rendimiento exige tiempo y paciencia para que se vayan cumpliendo las etapas y el desarrollo del rendimiento logre su proceso de entrenamiento.

En la fase inicial la propuesta motriz debe ser extensa y variada, se deben dar muchas posibilidades de diferentes movimientos que enriquecerán el acervo motriz que darán bases a las fases siguientes. Se beneficiarán las abundantes recopilaciones de posibilidades de movimiento para las características individuales, variantes tácticas, estabilidad competitiva y creatividad, todo ello necesario para el deporte de alto rendimiento. Cuanto más amplia sea la base inicial, más variadas serán las formas a usar.

El entrenamiento puede plantearse principalmente con dos intenciones diferentes:

- El entrenamiento durante un largo período de tiempo con una carga relativamente variable (baja); y
- Durante un período más corto de tiempo con intensidad/carga elevadas.

Ambas formas pueden llevar a un máximo rendimiento si se respetan las tres fases. Para un entrenamiento de gimnastas se aplica la segunda

forma, lo que no sería para la preparación de un fondista. Según Feige, 1973<sup>509</sup>; 1978<sup>510</sup>; la pérdida temprana de la motivación llevaría a un final precipitado de la carrera deportiva.

Si el balance resulta negativo, la disposición al esfuerzo disminuye notablemente. Esto puede pasar en caso de:

- Mal enfoque del entrenamiento: sobrecarga, monotonía, presión, o para niños, ejercicio poco alegre. La poca sensibilización con las necesidades del niño pueden producir una disminución.
- Objetivos no realistas: los deseos infantiles no coinciden siempre con el hecho de tener que competir tan pronto, con las elevadas exigencias, con la rápida progresión en los entrenamientos y con las esperanzas de padres y entrenadores.
- Acento excesivo en el entrenamiento: no queda tiempo para otras actividades, las relaciones sociales disminuyen, dificultades en el colegio, en casa, con los amigos que llegan a desarrollar a veces una antipatía contra el entrenamiento o el entrenador.
- Procesos de aprendizaje poco pensados: ritmo del aprendizaje erróneo, pocos controles, relaciones con el grupo deficientes, intentar favorecer a los atletas buenos, reprimendas mal empleadas, o excesivo acento en el programa de aprendizaje, refuerzan poco la confianza en la propia capacidad de rendimiento.
- Introducción errónea de la competición: se va desarrollando el temor de no salir con éxito de las competiciones. El fracaso en las competiciones disminuye lentamente la disposición existente para el rendimiento.

Para Harre y Hauptmann (1994)<sup>511</sup>; Harre (1976)<sup>512</sup>; Martín (1980)<sup>513</sup>, el volumen y la intensidad del entrenamiento se deben orientar a las diferentes exigencias para cada deporte. Martín (1982a)<sup>514</sup>, indica que para determinar las fases formativas se debe buscar en cada deporte las

---

edades características para un rendimiento máximo y así poder secuenciar hacia atrás las fases de aprendizaje.

Las cargas para los niños se inician precozmente y con demasiada intensidad. Una periodicidad de entrenamiento de tres sesiones de una a dos horas por semana debería ser suficiente para garantizar una formación psicomotriz básica. En algunos deportes, un entrenamiento de rendimiento en edad infantil puede no ser conveniente.

Basándose en los trabajos de Lempart (1973)<sup>515</sup>; Fomin y Filin (1975)<sup>516</sup>; Harre (1976); Feige (1978) y Martín (1982b)<sup>517</sup> presentan un modelo genérico del desarrollo del rendimiento deportivo y los objetivos del entrenamiento:

## **OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO**

Dentro de los objetivos del entrenamiento deportivo podemos tener:

### **Psicomotricidad multivariada**

**Objetivos operativos:** Aprendizaje motor variado y lúdico y acumulación de experiencias motrices asimiladas de las formas deportivas más variadas.

Acercamiento a las formas rudimentarias de las técnicas básicas y de las tareas motrices del deporte específico.

### **Inicio de la especialización en el deporte especial**

**Objetivos operativos:** Aprendizaje de las técnicas del deporte específico. Ampliación del aprendizaje motor hacia deportes parecidos y formación multidisciplinaria. Aplicación de ejercicios específicos para desarrollar las características que mejoran las bases dinámicas de la técnica.

### **Inicio de la actividad competitiva.**

Profundización en el entrenamiento específico

**Objetivos operativos:** Desarrollo consecuente de las condiciones motrices básicas. Estabilización de las técnicas. Incremento remarcado de las cargas del entrenamiento. Actividad competitiva regular.

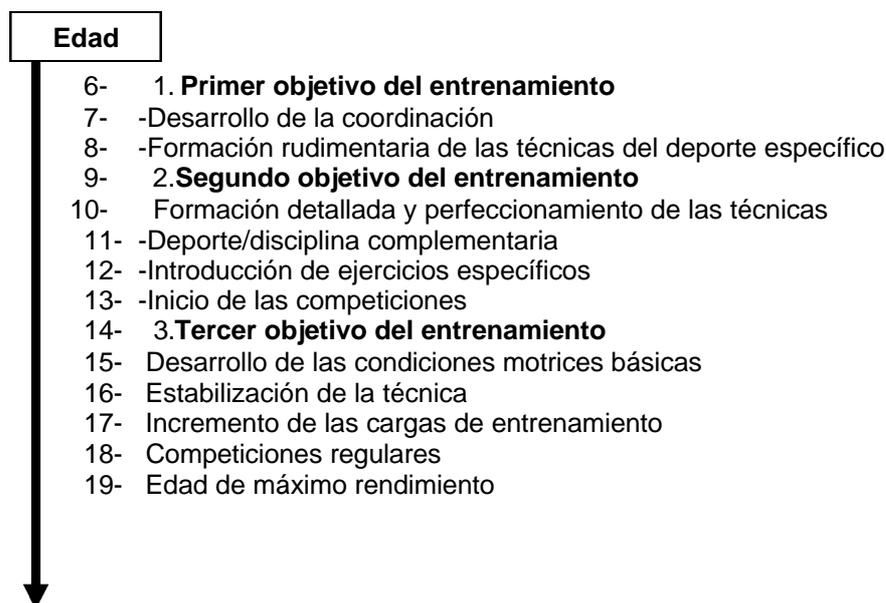
### **Entrenamiento fundamental o básico**

Es la formación psicomotriz básica, preparativo o de los principiantes. Se debe dar un desarrollo motor expansivo en la temprana niñez, habiéndose desarrollado igualmente un amplio repertorio motriz y haberse formado las bases para sentir alegría en el juego y en el deporte. Los contenidos importantes de esta fase son, aparte de un acercamiento motivacional y motriz al deporte elegido, la amplia formación de la coordinación, la flexibilidad y la destreza. La coordinación motriz y la flexibilidad alcanzan su máximo desarrollo antes de la pubertad. Posteriormente sólo se podrá estabilizar y mantener disponible lo ya alcanzado. Pero ya no se producirán mejoras aprehensivas por encima de un promedio.

Entrenar estas capacidades en la fase infantil para crear una amplia base para rendimientos máximos posteriores. Hirtz (1979)<sup>518</sup>, encontró la velocidad de las mejoras. Según Martín, (1982a), el orden cronológico de los objetivos del entrenamiento en relación a diferentes momentos de inicio del entrenamiento, son las siguientes:

En las edades entre 7-8 y 11-12 años (Figura 21), se aprenden fácilmente y con seguridad las capacidades coordinativas. El niño es capaz y, lo que parece más importante, dispuesto a aprender una multitud de habilidades y destrezas que posteriormente quiere aplicar. Sólo la constitución en conjunto de todas las funciones coordinativas permite en las fases posteriores un alto nivel de progreso en entrenamiento y rendimiento. Si no se alcanza este objetivo se producirán desde el principio déficit y descuidos que apenas pueden asegurar el desarrollo óptimo en las fases siguientes.

**Figura 21. Orden cronológico idóneo para la consecución de los objetivos del entrenamiento**



### **La especialización deportiva**

El paso de fase a fase no se aprecia. La parte de coordinación pura disminuye, mientras se incrementa la formación tecnomotriz en el deporte específico. Sin embargo, se aconseja ampliar el aprendizaje motriz hacia otros campos deportivos. Siendo factible se recomienda una formación pluridisciplinaria (Figura 22). Al no ser posible se debería buscar como complemento un segundo deporte de forma razonable (Martín, 1982); por ejemplo deportes de equipo en combinación con el atletismo y viceversa, esquí de fondo en combinación con esquí alpino o saltos de esquí.

Geron (1975)<sup>519</sup>, pudo demostrar con el ejemplo de la gimnasia femenina que a menudo se entrena de forma no económica y, en consecuencia, mala. Para la práctica en la barra de equilibrio se necesitan, a la vez, capacidad de balanceo y de equilibrio. Si esto no se practica suficientemente antes (sin aparato), no se conseguirá el éxito deseado, ya que al movimiento se añade el miedo como aspecto esencial.

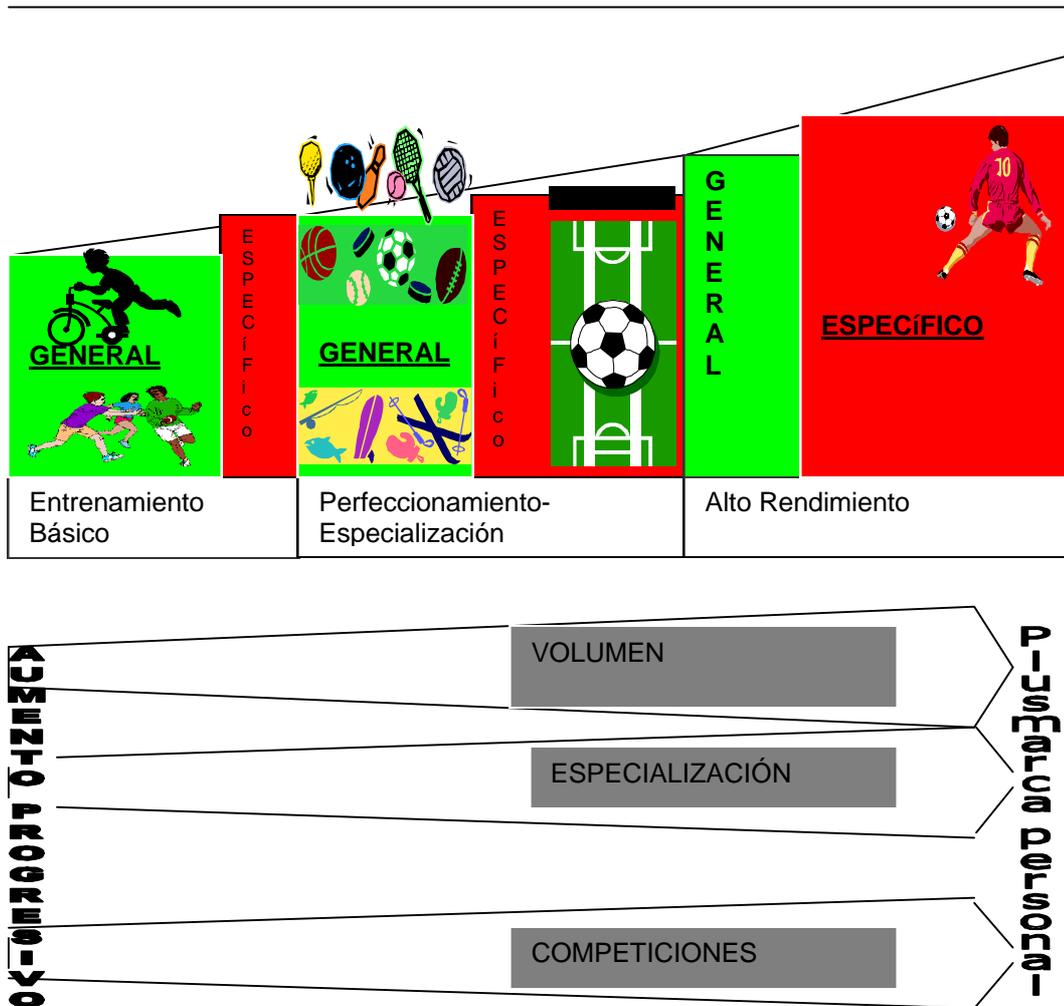
Partiendo de ejercicios más bien jugados se ha de llegar a la forma de rendimiento pasando por formas específicas del ejercicio. Mientras que

en las formas jugadas quedan reflejadas las versiones individuales del alumno, se van reduciendo las posibilidades a favor de la tarea en el ejercicio específico, manteniéndose una parte del enfoque individual del movimiento. La versión del rendimiento pretende hacer que se aprenda la forma óptima en el sentido biomecánico. Esto se desarrolla siguiendo las pautas de aprendizaje motor de cada deporte.

La parte de formación multidisciplinaria tiene cada vez menor importancia a favor del desarrollo tecnomotriz. Si anteriormente la relación era de un 70 a 30 o de 60 a 40 a favor de la formación general, esta relación se invierte más o menos a favor de la formación específica deportiva.

### **La competición**

El movimiento exige la presentación, la competición, el juego y la lucha. Sin competición el entrenamiento se gasta sin objetivo ni orientación. Existen los campeones de entrenamiento a nivel senior, que son atletas que han reprimido una comparación soportando su autoengaño. Un niño que muestra este comportamiento o es enfermo o sufre perturbaciones psiconeuróticas. A pesar de que al niño se le ha de reforzar sobre todo a través de la comparación intrínseca con rendimientos alcanzados anteriormente (una característica del entrenamiento en circuito), también son necesarias y positivas para el desarrollo las competiciones sociales. Desarrollan la comprensión del rol de cada uno y la necesidad de mejorar el propio rendimiento para poder aprobar.



**Figura 22.** La planificación del entrenamiento a largo plazo (Frey, 1980<sup>520</sup>, modificado por Letzelter<sup>521</sup>).

A la edad de 3 y 4 años el niño tiende a comparar sus rendimientos con los de otros niños. Entra en competición. Basándose en estos juegos competitivos, pasando por el aprendizaje imitativo, por el aprendizaje siguiendo un modelo (de los co-jugadores) y por el aprendizaje que contempla el ejercicio combinado con los errores, se descubren nuevos campos motores a superar.

Al incrementarse la seguridad en los movimientos y la coordinación, el niño quiere ponerse a prueba de la comparación. Se siente infeliz al quedarse excluido de los juegos.

En estos primeros juegos el niño desarrolla la aceptación social de *los roles*. Igualmente intenta satisfacer las exigencias a su *rol* por parte de

los demás como la estimación de su propia capacidad de rendimiento. A menudo la gente se queda asombrada al ver qué bien se auto-valoran los niños que han recibido una formación óptima. El niño intenta, en los juegos variados (competiciones), experimentar y superar el trabajo en paralelo, conjunto y en oposición (cooperación y competición). Para el niño, jugar con compañero y con contrario son sólo dos variantes del mismo juego.

En los juegos creativos y de imitación de un papel, el niño incluso consigue a menudo salir de su propia identidad y tomar el papel de otros.

De esta manera los niños aprenden a aplicar sus capacidades motrices y ampliarlas en la competición. Un fenómeno que nosotros mismos experimentamos a menudo en el deporte de alto rendimiento es el siguiente: los atletas son capaces de superarse muchísimo a sí mismos y de conseguir plusmarcas personales, aunque estén más ocupados en el juego de sus propias posibilidades que en la competición.

Cada niño tiene en el juego relativamente iguales posibilidades. Si un jugador se encuentra en desventaja se suele redefinir el juego -a menudo incluso por el mismo ganador- para mantener el juego abierto. De esta forma será un éxito para todos los jugadores.

Este comportamiento en el juego se traspasa también a los juegos motrices y a las competiciones deportivas. La medida válida para el éxito se aplica en primer lugar al rendimiento propio bueno, antes que a la victoria sobre los otros jugadores. Las manifestaciones emocionales no se toman muy en serio y desaparecen rápidamente. A menudo sólo se producen por la rabia sobre el mal rendimiento propio.

Sólo a partir del momento en que se introduce la mentalidad competitiva de los adultos en el juego infantil se van adoptando cada vez más las normas impuestas desde fuera para valorar el rendimiento propio. Se quiere ir satisfaciendo las exigencias de los adultos.

---

De la misma forma también se adoptan las consecuencias que tiene la competición. Victoria significa superioridad, derrotas son vergüenzas para el yo. En general se diferencia entre:

- La competición como un proceso; son importantes la participación, el rendimiento excelente propio, la sensibilidad estética y el contacto con los compañeros; y
- la competición como un producto; son esenciales la victoria como resultado final, el premio a ganar, la arrogancia y la humillación del contrario;
- los juegos de los niños tienen más el aspecto de proceso y las competiciones de los adultos más el aspecto de producto.

### **El éxito y la derrota**

Cada juego y cada competición contienen tanto la posibilidad de la victoria como el peligro de la derrota. Ello hace que el juego cree una tensión y una fascinación que siempre reaparece.

La posibilidad de la victoria depende por un lado decisivamente de las capacidades y habilidades propias, pero también de influencias de la situación y de singularidades incalculables.

Los adultos asocian el éxito de la competición con la alegría de la victoria, orgullo y superioridad, y con la derrota, la deshonra, la vergüenza y la inferioridad. La competición en el deporte de rendimiento se considera y se vive como un examen personal que engloba al individuo en su totalidad. Los medios informativos colaboran enormemente a ello.

En una sociedad de producción, esta comparación ha de tener una función seria. Refleja las condiciones de ideología del rendimiento reinante.

El deporte creativo es totalmente diferente. Éste se considera como no serio. Según esta máxima, se juega y se compite intentando cada uno dar lo mejor.

Los niños todavía juegan «no seriamente». La competición de los adultos influye también en los más jóvenes con su idea de la competición seria.

No sólo conducen a ello el entrenamiento orientado en la comparación, sino también los variados reportajes en los medios informativos.

La asociación de la victoria con el éxito y de la derrota con el fracaso no se demuestra necesariamente en todas las comparaciones y competiciones de los niños.

Sólo el tener que cumplir normas a través del entrenamiento y la reglamentación estricta del juego llegan a relacionar la victoria con el éxito y la derrota con el fracaso.

Los fracasos se sancionan. A menudo es el rechazo afectivo lo que hace que duela tanto la derrota. Las consecuencias pueden ser por un lado una mayor carga en el entrenamiento o la práctica desmesurada, y por otro la exclusión del equipo competitivo, el desprecio social o la presión por parte de padres, entrenadores o compañeros de la misma edad. De esta forma la competición se eleva a una prueba que no mide tanto el rendimiento sino que se fija en las consecuencias que produzcan la victoria o la derrota. No es extraño que muchos atletas no estén dispuestos a resistir o a adaptarse a esta presión. Por ello cambian a otro campo de experiencias de menor riesgo.

Según Heckhausen (1980)<sup>522</sup>, el comportamiento supresor del fracaso se fomenta por la presión de los padres (o la presión dentro del grupo de entrenamiento) y por una educación represiva.

En consecuencia, se experimentará el peligro del fracaso con sus sanciones negativas y no la posibilidad de una superación positiva.

---

En el campo del juego infantil, el niño también vive una gran serie de intentos no conseguidos o fracasos; pero allí no ha de contar con sanciones negativas.

Si el razonamiento éxito-fracaso se introduce demasiado pronto y de forma infantil en el campo de los niños, habrá que prever efectos negativos.

### **El rendimiento como objetivo del entrenamiento**

Un entrenador que busca éxitos en el deporte de alto rendimiento intenta garantizar los éxitos consiguiendo una estabilización a un nivel de alto rendimiento.

En el campo infantil esta estabilización aún no se alcanza debido a que las capacidades y habilidades no están óptimamente desarrolladas.

Por ello se ha de exigir para el campo infantil y juvenil un «entrenador del rendimiento» que no busque el éxito al precio que sea sino que esté interesado en el incremento de los rendimientos individuales de sus atletas. La escala de valor ha de ser en primer lugar el propio incremento del rendimiento y no el resultado de la competición, el éxito o el fracaso.

La planificación competitiva, significa para el entrenador del rendimiento, encontrar recursos adecuados para sus jóvenes atletas.

Una multitud de éxitos insignificantes estabilizan más el nivel exigido que una marca singular y excepcional. Si ésta está muy por encima del nivel actual, los siguientes concursos serán juzgados exclusivamente con base a ello. En caso de que no se produzcan éxitos parecidos se provocará más bien una desestabilización del comportamiento. Un fracaso entre atletas de nivel parecido apenas bajará el nivel de exigencia, mientras que los fracasos en competiciones no adecuadas tendrán graves consecuencias. Cuando se acumulan muchos fracasos, éstos se atribuyen al exterior, es decir, las razones del fracaso no se buscan en sí mismo sino en el entorno. Si en caso de perder no existe culpabilidad

propia, qué necesidad hay de seguir entrenando si igualmente se sigue perdiendo. Si a pesar de ello el entrenamiento es igualmente interesante y no se quieren realizar concursos, se ha creado el campeón del mundo en entrenar.

El entrenador de éxitos que quiere conseguir la victoria de los niños al precio que sea trabaja con trucos incorrectos (faltas, agresiones, etc.) con el fin de ganar. En este caso, también la causa del éxito es más bien de tipo externo. Competiciones que se pierden a pesar de los trucos, hacen caer al niño todavía más bajo, dentro de las dudas sobre su rendimiento.

Las investigaciones realizadas respecto al aprendizaje de agresiones de los niños en escuela y club (Frogner y Pilz, 1982<sup>523</sup>; Kahler y Volkamer, 1982<sup>524</sup>), indican las tendencias. Si en el entrenamiento se machaca el éxito al precio que sea, se incrementan las actuaciones agresivas dentro del juego. También parecen existir tendencias a aumentar el potencial de conflictos a través del aprendizaje de trucos. Los atletas que a menudo no identificaban su rendimiento con ellos mismos y que se esforzaban para un buen rendimiento mostraban una disposición para la agresión claramente más baja.

### **La competición en la edad adulta y sus influencias en el campo infantil**

Para poder introducir de forma no escalonada a los jóvenes dentro del sistema competitivo adulto se pretende una disminución lineal de las exigencias manteniendo las reglas de competición de los adultos. Esto produce:

Niños que aún no saben jugar según las reglas, puesto que aún no disponen de las capacidades iniciales necesarias, quedan sometidos al reglamento entero de un deporte; el mini-hockey y el mini-baloncesto están encaminados a crear formas adaptadas a los niños.

En el remo, las distancias competitivas están fijadas en 2.000 metros. Tras una disminución lineal, las distancias quedaron reducidas a 500

---

metros para los escolares. A pesar de que hubo intentos de modificar este arreglo, los organizadores de regatas todavía lo mantienen. En lugar de aprender las capacidades coordinativas para el remo, se tuvo que acentuar la fuerza. El entrenador de escolares no tenía otra elección para no perder a sus protegidos.

Mientras que una serie de federaciones sustituyen las competiciones por otras formas competitivas, la federación europea de tenis abre los campeonatos escolares.

Hasta que las federaciones no encuentren formas competitivas más adaptadas a los niños, tendrá que seguir existiendo el entrenamiento absurdo a nivel infantil, ya que la no participación en las competiciones sólo produce desesperación y frustración.

Se han de encontrar formas competitivas adaptadas a las necesidades y capacidades de los niños. Se ofrecen competiciones pluridisciplinarias en las que se exigen diferentes capacidades. También tienen una gran ventaja para la motivación. A pesar de que estas competiciones tienen un vencedor global, existen también una serie de puntuaciones máximas en las disciplinas singulares. Las posibilidades de conseguir éxitos están repartidas. Son preferibles los concursos por grupos frente a los individuales con sus comparaciones directas. Los relevos son muy indicados.

Seguramente se pueden encontrar en todos los deportes concursos adaptados a los niños, apartándose de las competiciones de los seniors.

### **La competición como selección**

Muchas federaciones han eliminado sus campeonatos nacionales o bien los han sustituido por otras formas competitivas. Otras federaciones no realizan sus concursos en ligas competitivas sino en forma de torneo. La participación no es obligatoria, ya que se llega a través de un sistema de puntuación a determinadas calificaciones.

Estos esfuerzos quedan apoyados por la comprobación de la eficacia de campeonatos para el desarrollo del rendimiento durante los años posteriores. Según Feige (1973 y 1978), un gran número de atletas interrumpe su carrera sin haber alcanzado un punto culminante. Stork (1982)<sup>525</sup>, investigaba la elevada fluctuación de los gimnastas masculinos y femeninos de la lista de los mejores de Alemania. También aquí se mostraron tendencias similares. Sólo pocos de los mejores escolares aparecieron en los cuadros del nivel senior.

Una selección rigurosa de los escolares a nivel de campeonatos provinciales hasta incluso nacionales no lleva al éxito esperado que consiste en encontrar ya allí los futuros campeones. Sólo existe una probabilidad del 10 al 2% de encontrar los mejores escolares en la élite futura.

Esta selección sólo produce para pocos atletas un balance positivo de sus éxitos, para la mayoría significa experiencias de índole más bien negativa. Incluso se supone que los seleccionados se encontraron con una presión tan fuerte hacia la victoria que no se produjeron sólo posturas positivas.

La consecución del éxito exige un esfuerzo enorme por parte de padres y entrenadores. A menudo toda su vida queda enfocada en este evento. Sin decirlo, los padres y los entrenadores esperan las gracias por sus esfuerzos y molestias en forma de éxitos. Estando ligado a dos bandas, se pueden producir sensaciones de culpabilidad en el niño cuando no se consiguen estos éxitos. En caso de fracasos se pueden presentar fuertes tensiones hasta llegar a la ansiedad del éxito. La selección como criterio para la competición infantil es obviamente poco indicada. Se ha de rechazar estrictamente como eliminatoria para alcanzar la élite nacional.

### **¿Dónde competir?**

Torneos en lugar de ligas. En muchos deportes de pelota se establece cada vez más integrar a los niños ya en ligas de competiciones o en partidos de copa.

---

Durante un largo período han de absorber partidos cada fin de semana. El rendimiento apenas se puede estabilizar, ya que la obligación del partido a menudo sólo permite la corrección de los fallos mayores. La disminución del rendimiento en estos equipos tiene que aumentar a la fuerza; del fracaso se culpan a menudo a los alumnos más débiles.

La decisión de participar en una liga de competiciones obliga a presentar en el campo un equipo completo. Incluso han de jugar en el equipo alumnos poco preparados. No pueden mejorar su rendimiento puesto que siempre realizan un sobreesfuerzo por la competición.

La obligación del partido provoca una obligación de entrenar. Y viceversa. Esta obligación produce presiones. Para los jugadores más débiles, el aprendizaje con esta presión apenas es posible, ya que ellos son quienes necesitan más tiempo para estabilizar las habilidades aún no fijadas.

Se pierde la diversión en el juego. El poco prestigio social dentro del equipo tiene efectos negativos. Las sanciones verbales y emocionales se han de superar. El equipo hace servir los jugadores débiles según necesidades y humor. Si existen otras relaciones entre niño y equipo, éste abandonará el grupo, frustrado. Apenas tendrá el valor de entrar en otro equipo. Es un ejemplo típico de un comportamiento erróneo adquirido en el deporte y perturbado por las obligaciones del mismo.

Mediante la forma de torneos, al contrario, se puede jugar con el mismo éxito, con los mismos objetivos y, si se quiere, con la misma frecuencia. Entonces los equipos infantiles no tienen que correr de partido en partido. La ventaja es que se pueden seleccionar los torneos. Permite participar en la determinación de hora y lugar, incluso del reglamento, considerando por un lado las necesidades de los niños y por otro también su nivel.

Entonces no existe la obligación de entrenar porque se presenta un partido de competición sino sólo un compromiso voluntario de participar regularmente en los entrenamientos por el simple hecho de que gusta e

interesa conocer los propios progresos en el rendimiento. Los torneos tienen además la ventaja de que se pueden escoger según el nivel de rendimiento del propio equipo.

### **La evolución competitiva de los niños**

Hasta la edad escolar, aproximadamente con seis años, el niño aún no es capaz de concentrarse en una competición -en el sentido de las reglas del deporte-. Todavía está demasiado sumergido dentro de las funciones intrínseco-dinámicas frente a las cargas variables en determinados sistemas orgánicos y regiones corporales. Además una competición de mayor duración aún no se puede dominar mentalmente. Los niños de esta edad se pueden comparar entre sí mediante tareas cortas para varios niños en iguales condiciones con un alto nivel de motivación.

En la época entre los 6 y los 8 años se incrementa la duración de la concentración, se establece una atención más fijada. El niño soporta cargas de mayor duración. También progresa notablemente en cuanto a la estimulación.

El objetivo es el crear mayores posibilidades de comparación posibles en diferentes campos motrices, para así: Probar en la competición una multitud de habilidades, ofrecer pequeños refuerzos regulares, hacer que se disfrute de las competiciones en el sentido lúdico, ayudar a disminuir la frecuencia de fracasos, incrementando las posibilidades de tener éxito y de superarse. Los juegos en grupo, los relevos y las competiciones deportivas se ofrecen sobre todo para que los más débiles puedan identificarse también al principio con el éxito del propio equipo.

Se debe rechazar una obligación de celebrar regularmente competiciones, ya que este camino crea más problemas de los que elimina.

En la época entre los 8 y los 10 años se han de incrementar las competiciones en cuanto a número y calidad. El niño de esta edad casi provoca la comparación. La competición le sirve para poder mejor

---

valorarse y clasificarse. La competición específico-deportiva apartará lentamente competiciones generales. Pero también aquí conviene ser prudente en cuanto a las competiciones que se repiten regularmente. El objetivo de esta época debe ser el desarrollo extensivo de las capacidades tecnomotrices y su aplicación en la competición. Así, las competiciones se deben dirigir hacia el entrenamiento, estando más orientado éste en los objetivos que en la comparación de los éxitos.

Sólo a partir de los 10 a 12 años se debe elaborar un calendario regular de competiciones. Pero se ha de orientar más en el progreso educativo de los niños que en la comparación externa con otros equipos. La competición, el juego comparativo y el campeonato son necesidades elementales del niño. Sólo no estará dispuesto a satisfacerlas cuando le oprimen las normas de los adultos, teniendo que desarrollarse según un estándar para el que aún no está capacitado.



---

## PARTE IX

### LA CONDICIÓN FÍSICA

A continuación se presentan algunos conceptos relacionados con el estudio de la condición física:

**La Salud:** se define como un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedad o afección, debilidad (Harold et al., 1988)<sup>526</sup>.

**La actividad física** fue definida por Caspersen et al (1985)<sup>527</sup>, como "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto de energía". La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que tiene como resultado un gasto energético que se añade al gasto del metabolismo basal (Serra et al., 1994)<sup>528</sup>.

**Condición física** (*physical fitness*): es la capacidad de llevar acabo las tareas diarias con vigor y vivacidad sin excesiva fatiga y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre u ocio y para afrontar emergencias inesperadas Caspersen et al.

Se entiende por **condición física** al estado de equilibrio fisiológico a consecuencia de una preparación orgánica, muscular y articular que está en función de una especialidad deportiva determinada (Barbanti, 1986)<sup>529</sup>. Es la capacidad del corazón, los vasos sanguíneos, los pulmones y los músculos para funcionar con una eficacia óptima (Getchell, 1989)<sup>530</sup>.

Para Grosser, Starischka, Zimmerann, (1988). la condición física en el deporte es la suma ponderada de todas las cualidades motrices (corporales) importantes para el rendimiento y su realización, a través de los atributos de la personalidad (motivación, voluntad). Se utilizan también los conceptos para describir las capacidades físicas como Características o capacidades corporales, características psicofísicas, características

básicas motrices deportiva, factores de rendimiento físicos, fundamentos del rendimiento, características del rendimiento, formas de trabajo motor, disposiciones, características de cantidad. Por ejemplo la fuerza, la resistencia, la velocidad o capacidades motrices condicionales (Grosser, Starischka, Zimmerann, 1988).

Para Manso, Valdivielso, y Caballero (1996) condición física es la situación que permite estar a punto, bien dispuesto o apto para lograr un fin relacionado con la constitución y naturaleza corporal.

**La aptitud física** implica una relación entre la tarea a realizar y la capacidad para ejecutarla. La condición biológica es el nivel de disposición o aptitud que posee un sujeto en relación a los factores fisiológicos (capacidad aeróbica y anaeróbica etc.), morfológicos como la composición corporal...

**La forma física:** es un conjunto de características que poseen o alcanzan los individuos en relación a la capacidad de realizar actividad física. Se puede definir como la capacidad de desarrollar las actividades diarias con vigor y diligencia, sin fatiga y con energía suficiente para disfrutar de las actividades del tiempo libre y afrontar las emergencias eventuales.

La forma física indica el nivel de potencialidad de las capacidades físicas o condicionales.

**El ejercicio físico:** Es la actividad física planificada, con ejercicios estructurados y repetitivos, y tiene por objeto la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la forma física. El deporte es una actividad física reglamentada y competitiva. Todas las actividades de condicionamiento físico y la mayoría de los deportes se consideran ejercicio físico.

**La Preparación física** son las acciones que se realizan para alcanzar el nivel físico o condicional que permita realizar un movimiento con una finalidad determinada.

---

**Las capacidades físicas o condicionales** como componentes de las habilidades motrices a que nos referiremos en nuestro estudio serán: La resistencia, la fuerza, la velocidad y la movilidad o flexibilidad.

La capacidad de rendimiento motor de una persona queda determinada por el nivel de las cualidades motrices implicadas. A través de la maduración y el aprendizaje se desarrollan los diferentes sistemas de una persona, todo ello unido a un mecanismo funcional expresado por la coordinación global del cuerpo.

Según las exigencias motrices en las diferentes edades, los esquemas motores quedarán almacenados en la memoria estática infantil de una forma muy completa y diferenciada o, en caso contrario, muy rudimentario y superficial.

Mientras, se desarrollan las capacidades motrices con diferente rapidez de desarrollo e independientemente entre sí. Se van relevando períodos de relativa baja influencia con etapas de desarrollo rápido (Wolanski, 1979)<sup>531</sup>.

Las fases sensitivas según Montessori describen la afinidad aprehensiva respecto a diferentes contenidos en diferentes etapas de edad. Las influencias inhibitoras que parten de la corteza cerebral se desarrollan con la coordinación mayor en el sistema sensitivo-motriz. Este proceso finaliza más o menos entre los 7 a 12 años (Figura 23). A partir de ese momento, las capacidades motrices reaccionan a base de estímulos de entrenamiento, es decir, pasan a ser entrenables.



descuidar los procesos de aprendizaje superiores que no se reflejan», además de olvidar los entrenamientos. El nivel de desarrollo que alcanza el niño dentro de la estructura de cada deporte se determina por un lado mediante el efecto del incentivo del ambiente sociocultural en el que el niño crece, pudiendo ser de calidades muy diferentes, y por otro lado mediante las influencias formativas y educativas que sufre el niño y que igualmente pueden ser de diferente calidad. A esto se añaden las condiciones de madurez como requisitos de los procesos de aprendizaje.

**Tabla 12. Posibilidades de inicio del entrenamiento y la aplicación de intensidades teniendo en cuenta las características individuales de condición física en diferentes etapas cronológicas (Grosser y col., 1985. p.43.)<sup>533</sup>.**

Elementos de la condición física	Edad en años ( = masculino; = femenino)							
	5-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20
Fuerza máxima				+	+	++	+++	→
Fuerza explosiva			+	+	++	+++		→
Fuerza resistencia				+	++	+++	→	→
Resistencia Aeróbica		+	+	++	++	+++	→	→
Resistencia Anaeróbica				+	+	++	+++	→
Velocidad de reacción		+	+	++	++	+++	→	→
Velocidad máxima acíclica			+	++	+++	+++	→	→
Velocidad máxima cíclica			+	++	+++	+++	→	→
Flexibilidad	++	++	++	+++				→
	++	++	++	+++				→

+ = Inicio cauteloso (1-2 veces por semana)  
 ++ = Entrenamiento creciente (2-5 veces por semana)  
 +++ = Entrenamiento de alto rendimiento  
 → = Entrenamiento continuo a partir de aquí.

Los límites físicos se manifiestan a través del sistema orgánico y del grado de madurez correspondiente. En un caso normal se gastan en un individuo no entrenado un 70 % y en un entrenado un 90 % de la capacidad de rendimiento. El resto constituye una reserva autonómica protegida y es apenas disponible.

Los límites psíquicos bloquean un posible desarrollo hacia un nivel superior a causa de inhibiciones internas (falta de ganas para el esfuerzo, falta de experiencia, inhibición aprehensiva, miedo), barreras externas (exigencias demasiado elevadas, coacción, etc.), obstáculos sociales (ambiente de grupo, situación de intruso) o dificultades creadas durante el desarrollo (ambiente poco estimulante, sobreprotección, etc.).

Wolanski y Parizkova (1976)<sup>534</sup>, entrenando a grupos de atletas potencialmente iguales pero siguiendo diferentes programas, un grupo puede rendir más debido a la mayor efectividad del entrenamiento (efecto del entrenamiento como actor social), a pesar de que se mantengan las posiciones de cada uno dentro del grupo (efectos del factor biológico, disposición genética).

En vistas a la funcionalidad posterior en el campo motriz, durante los primeros años de vida debe forzarse la capacidad motriz (Diem, 1978)<sup>535</sup>. A pesar de no existir investigaciones concretas sobre el alcance de estos programas de entrenamiento para la edad temprana, para el desarrollo del rendimiento deportivo se estima sus efectos, ya que se modifican las cualidades morfológicas, fisiológicas y psíquicas del niño. No cabe duda alguna sobre la relación entre la estimulación motriz en la edad preescolar (de 4 a 6 años) y la capacidad posterior para el rendimiento deportivo. Los niños de artistas constituyen aquí un buen ejemplo para el fomento en la temprana infancia.

La mayoría de las capacidades motrices, sobre todo aquellas que necesiten un determinado nivel de velocidad y de fuerza, se desarrollan con mayor rapidez que antes. El bajo nivel de las capacidades coordinativas no permite la realización de movimientos con la suficiente fluidez y precisión, y parece ser ventajoso entrenar esta capacidad en la edad antes mencionada. En la edad preescolar se desarrollan las capacidades motrices básicas que condicionan el rendimiento máximo futuro en el deporte. Estas capacidades se deben estimular más en esta edad ya que el desarrollo de la agilidad, del equilibrio y de la velocidad de

---

reacción avanza en esta época con especial rapidez según Wolanski (1979).

Las edades idóneas para el aprendizaje óptimo de las diferentes condiciones motrices según Wolanski (1979, 335), pueden ser:

- Equilibrio dinámico de 12 a 15 años;
- equilibrio en movimientos rotatorios de 11 a 14 años;
- exactitud en los movimientos con la mano derecha alejada del cuerpo de 10 a 13 años;
- exactitud en los movimientos con la mano izquierda alejada del cuerpo de 10 a 15 años;
- exactitud en los movimientos con las manos cerca del cuerpo de 10 a 18 años;
- fuerza prensiva de la mano de 11 a 13 años;
- fuerza a nivel de la cintura escapular de 12 a 14 años;
- fuerza de la musculatura femoral de 10 a 12 años;
- reacción a estímulos óptimos de 18 a 22 años;
- reacción a estímulos acústicos 18 años;
- reacción a estímulos táctiles de 14 a 18 años;
- velocidad de movimientos rotatorios de 12 a 14 años;
- velocidad de movimientos de la mano de 10 a 14 años;
- resistencia en general (volumen máximo de oxígeno), de 15 a 22 años.

**Tabla 13. Los requisitos biológicos de las capacidades motrices en la edad infantil según Keul, 1982<sup>536</sup>:**

Capacidades	Duración	Sistema delimitador	Posibles repercusiones	Ejemplo deportivo	Aptitud
Fuerza	<5"	Aparato contráctil	Huesos-Cartilagos	Levantamiento de pesas-	0
Velocidad	< 15"	Fosfatos ricos en energía (alactácida) 95 %	Músculo	100 m lisos	+
Velocidad-resistencia	<1'	Anaeróbico (láctico- aláctico) >90 %	Catabolismo vegetativo	400 m lisos	0
Resistencia de corta duración	1'-5'	Entre 50 y 70 % aeróbico + 50 a 30 % anaeróbico	Catabolismo vegetativo	1500 m lisos	+
Resistencia de mediana duración	5' - 30'	80 a 90 % aeróbico + 20 a 10 % anaeróbico	Tendones	5000 m lisos	++
Resistencia de larga duración	>30'	95 % aeróbico + 5 % anaeróbico		Carrera de maratón	++
Coordinación	-	Neuromuscular	-	Gimnasia	++
Flexibilidad	-	Ligamentos y tendones	Articulaciones	Gimnasia	++

## CONTENIDOS DEL ENTRENAMIENTO EN LAS EDADES DE 7 A 13 AÑOS

Según Martín, 1980, los contenidos de entrenamiento según la fase desarrollo, y su diferenciación con respecto de las demandas del entrenamiento según la edad biológica, para las edades de 7 a 13 años, para el sexo masculino (Tabla 14, 15, 16), pueden ser:

### Edad Escolar Inicial: entre los 7 y 10 años

- ☞ Espacios libres para juegos de descubrimiento
- ☞ Movimientos al aire libre
- ☞ Gran variedad de elementos técnicos básicos de diferentes deportes
- ☞ Gimnasia con obstáculos, condición física y coordinación
- ☞ Trabajos de velocidad, de reacción
- ☞ Juegos

- Formaciones básicas en deportes específicos

### Edad Escolar de 10 a 13 años

- Desarrollo de intereses duraderos
- Elección del deporte específico
- Formación intensa de la técnica y la coordinación
- Aumento de los volúmenes e intensidades de la condición física, en las capacidades de resistencia, fuerza, velocidad y flexibilidad.

**Tabla 14. Características de la entrenabilidad en la edad preescolar (según Martín, 1980. 316).**

Niveles evolutivos	Técnica deportiva, destrezas motrices	Características			Coordinación y flexibilidad
		Fuerza	Velocidad	Resistencia	
<p><b>Edad Preescolar</b></p> <p>No existen Diferencias específicas por el sexo.</p>	<p>Destrezas aisladas Y sus combinaciones (de 3 a 5 series de movimientos), sobre todo en deportes como la natación, el salto de trampolín, el patinaje artístico sobre hielo y sobre ruedas, la gimnasia, el judo, el esquí alpino, el fútbol, el jockey y otros.</p> <p>Aplicación variada de las destrezas adquiridas, en situaciones diferentes.</p>	<p>No se puede Entrenar la fuerza en esta edad. A través de tareas de coordinación se podrá aprovechar mejor la fuerza ya existente</p>	<p>A partir de los 5-6 años se mejora ligeramente la velocidad del movimiento en movimientos aislados.</p> <p>En esta edad se mejora también considerablemente el tiempo de reacción sin llegar a ser bueno</p>	<p>Inicio de la resistencia, posibilidad de cargas de este tipo. Se superan bien los ejercicios de mayor duración a poca intensidad</p>	<p>El control del movimiento no está bien desarrollado hasta los 5-7 años. se han de aprender carreras combinadas con series de ejercicios a continuación. Persecuciones combinadas con lanzamientos exactos a continuación.</p> <p>El equilibrio corporal alcanza un elevado nivel si aún no se exige ninguna valentía.</p> <p>Se aprenden bien los movimientos rítmicos basados en estímulos acústicos simples.</p>

**Tabla 15. Características de la entrenabilidad en la edad escolar inicial.**

Niveles evolutivos	Técnica deportiva, destrezas motrices	Características			Coordinación y flexibilidad
		Fuerza	Velocidad	Resistencia	
<b>Edad Escolar Inicial</b>  Existen diferencias sin importancia entre los sexos; y si las hubiere son debidas a la diferencia de las estimulaciones.	Entre los 7,9 y 10 años hay un incremento rápido en el aprendizaje motor de las técnicas deportivas fundamentales La formación de la técnica solo es eficaz a partir de esta edad.	Se continua sin entrenar la fuerza en general (fuerza máxima) y la fuerza resistencia.	Entre los 7 y 9 años Se observa un Avance de las características de la velocidad.	Se mejora la capacidad cardiopulmonar, mediante el entrenamiento.	En el segundo y tercer curso se mejoran la concentración y la percepción de detalles.
	Mayor diferenciación entre las formas de movimiento. Con esto se obtienen las formas básicas para el aprendizaje global de las técnicas deportivas.	Se mejora la fuerza explosiva, a nivel de las extremidades inferiores, no se puede demostrar la entrenabilidad.	Se mejora la velocidad de reacción. Pero antes de los 10 años no se obtiene un nivel relativamente bueno.  Inicia el mejoramiento de la frecuencia de movimientos, iniciándose así la capacidad de sprint.	La resistencia aeróbica aumenta, por una mayor captación de O <sub>2</sub> y del aumento del volumen cardíaco.	En el tercer curso escolar, mejora notable de la capacidad de combinar rápidamente diferentes destrezas.  Entre los 7 y los 9 años, hay un incremento elevado de la agilidad en general, por ejemplo en los circuitos de obstáculos.

**Tabla 16. Características de la entrenabilidad en la edad escolar final.**

Niveles Evolutivos	Técnica deportiva, destrezas motrices	Características			Coordinación y flexibilidad
		Fuerza	Velocidad	Resistencia	
<b>Edad escolar final</b> Comienza la diferenciación específica entre los sexos, pero aún son reducidas y en parte provocadas por la diferencias entre las estimulaciones	Es la mejor edad en el sentido motriz, para la adquisición de todos los movimientos técnicos.	Mejoramiento entre el brazo de fuerza y la carga de las palancas.  Posibilidad de incrementar la fuerza explosiva, insistiendo sobre todo en el componente de la velocidad.	La velocidad de reacción se incrementa muy rápido que alcanza valores adultos al final de esta fase.	Hay un fuerte aumento de la resistencia.	A partir del tercer curso escolar se manifiesta de forma variada la capacidad rítmico-motora.
	Disposición progresiva para el riesgo al realizar técnicas que necesitan de valor.  Mejora de la técnica en parte mejora de la componente de la velocidad.  Al final de ésta fase se aprecian diferencias según los sexos en los deportes de equipo.	La fuerza resistencia se incrementa paralelamente a la fuerza máxima. La presencia de ejercicios adecuados es escasa.  Para la fuerza máxima se notan ligeras diferencias entre los sexos.	La velocidad de movimientos continúa creciendo. Movimientos aislados se realizan con mucha velocidad.  La frecuencia de movimientos alcanza valores como de los adultos, al final de ésta fase.	En los factores cardiopulmonares de niños entrenados se demuestra la entrenabilidad, alcanzándose valores de adultos entrenados en la resistencia, en el volumen de O <sub>2</sub> por kg de peso corporal.  Se aplican procesos del metabolismo anaeróbico.	Muy buena capacidad de observación y de percepción, siendo capaz de interiorizar un movimiento.  Los movimientos se controlan bien.  En presencia de la estimulación correcta, la flexibilidad alcanza su máximo, pero a falta de ésta se disminuye notablemente.

---

## EL RENDIMIENTO ANTES DE LA ADOLESCENCIA

Teniendo en cuenta las leyes evolutivas, raras veces se pueden producir sobrecargas físicas. Se tiene que considerar las consecuencias de sobrecargas mal empleadas. Estas se pueden presentar cuando:

- Ponen en acción desequilibradamente determinados grupos musculares;
- Sobrecarga el aparato motor pasivo, sobre todo la columna vertebral;
- Realización de un entrenamiento de extensivo cansancio, con poca consideración de las necesidades escolares y personales;
- Los adultos exigen someterse a un entrenamiento de rendimiento, incluso obligando a los niños.

Un programa de entrenamientos orientado al rendimiento para niños puede incluso provocar perturbaciones hormonales. La pubertad se produce con retraso en un gran número de atletas femeninas. Las primeras menstruaciones tienen a menudo un desfase de 2 a 2 y medio años (Waterloh y Van Dam, 1978<sup>537</sup> ; Zurbrügg, 1982<sup>538</sup>).

Si el entrenamiento está apoyado por controles médicos y tests de rendimiento, las posibilidades de realización para los jóvenes son importantes.

## EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA DE LARGA DURACIÓN SOBRE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, LA FUERZA MUSCULAR Y EL AUTO-CONCEPTO EN NIÑOS PRE-PÚBERES

Sadres, Eliakim, Constantini, Lidor y Falk, (2001)<sup>539</sup>, demostraron que un entrenamiento progresivo de resistencia de dos años en el periodo de la escuela (9 meses de entrenamiento, tres meses de desentrenamiento, y 9 meses de entrenamiento) a una intensidad moderadamente baja entre niños pre-púberes, puede resultar en una ganancia de la fuerza, lo cual no está acompañado de un efecto de detrimento sobre el crecimiento. Otros estudios deberán realizarse con programas de entrenamientos con un

periodo de tiempo más largo y de más intensidad. El grupo experimental estuvo constituido por un  $n=27$ , con una media de edad  $9,2 \pm 0,3$  años, los cuales participaron en las clases estándar de educación física (recomendadas por el Ministerio de Educación). Las sesiones de entrenamiento incluyeron 1-4 sets de 3-6 ejercicios, con unas 5-30 repeticiones por set. Las cargas estaban entre un 30 y un 70% de 1RM (una repetición máxima). No se observaron diferencias de la estatura corporal entre los grupos. La fuerza muscular aumentó significativamente entre el grupo experimental (extensores de la rodilla:  $0,51 \pm 0,13$  para  $0,77 \pm 0,16$  kg/kg de masa corporal), comparado con el grupo control ( $0,34 \pm 0,12$  para  $0,54 \pm 0,11$  kg/kg de masa corporal). Una lesión fue reportada. Las puntuaciones del autoconcepto fueron altas en ambos grupos, sin efectos por el entrenamiento.

El entrenamiento de resistencia puede ser muy efectivo para desarrollar la fuerza muscular en niños pre-púberes (Blinkie, 1993<sup>540</sup>; Falk y Tenenbaum, 1996<sup>541</sup>; Sale, 1989<sup>542</sup>; FIMS, 1998<sup>543</sup>). Falk y Tenenbaum (1996), realizaron un meta-análisis donde concluyeron que siguiendo un entrenamiento progresivo de resistencia, un niño con un resultado medio quien estuvo envuelto en un entrenamiento de resistencia fue mas fuerte que el 72% de los niños que no estaban realizando dicho entrenamiento (efectos de la talla= 0,57). Este trabajo estaba compuesto de diferentes ejercicios y diferentes grupos musculares y podía por tanto no ser representativo de un grupo muscular específico. Sin embargo, esto refleja que un entrenamiento de corto tiempo de resistencia (alrededor de 4 meses de duración) es efectivo en incrementar la fuerza muscular en niños pre-púberes. Los principales mecanismos responsables por el gano de ésta fuerza son debido, mejor a las adaptaciones neuromusculares que a la hipertrofia muscular (Blinkie, 1993; Sale, 1989). Estas aseveraciones son basadas en muchos estudios que han demostrado un incremento de la actividad muscular (Ozmun, Mikesky y Surburg, 1994<sup>544</sup>), o incrementado la activación de las unidades motoras (Ramsay et al., 1990)<sup>545</sup>, en un entrenamiento de resistencia en niños. Estudios

---

previos no han demostrado algún efecto sobre la masa muscular o calculada la masa libre de grasa. Pocos estudios han reportado cambios en la masa muscular o en el perímetro de la cintura (Fukunaga, Funato e Ikegawa, 1992<sup>546</sup>; Lillegard et al, 1997<sup>547</sup>; Mersch y Stoboy, 1989<sup>548</sup>). Dos de estos estudios emplearon métodos más precisos de medición (MRI, US) que el comúnmente utilizado como es el método antropométrico. Ha habido grandes cambios en la masa muscular pero que los cambios son tan pequeños para ser detectados por el método antropométrico, en periodo de duración de dos a cuatro meses. Por tanto un programa de intervención con una duración más larga pueda como resultado en cambios mesurables de la masa muscular, así sea usando el método antropométrico.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 1995)<sup>549</sup>, la Federación Internacional de Medicina del deporte (FIMS, 1998), como también la Asociación Nacional de Fuerza y Condicionamiento (NSCA, 1996)<sup>550</sup>, recomendaron el entrenamiento progresivo de resistencia para los niños y adolescentes. La mayoría de los estudios han empleado una duración o frecuencia de entrenamiento de tres sesiones por semana (Blanksby y Gregor, 1981<sup>551</sup>; Ozmun, Mikesky y Surburg, 1994<sup>552</sup>; Pfeiffer y Francis, 1986<sup>553</sup>; Sailors y Berk, 1987<sup>554</sup>; Sewall y Micheli, 1986<sup>555</sup>; Siegel, Camaione y Manfredi, 1989<sup>556</sup>; Weltman et al., 1986<sup>557</sup>), y muy pocos han empleado un programa de dos veces por semana (Faigenbaum et al., 1999<sup>558</sup>; Faigenbaum et al., 1993<sup>559</sup>; Falk y Mor, 1996<sup>560</sup>). La ACSM (1995), recomienda que los niños se involucren en entrenamiento de resistencia dos veces por semana. Muy pocos estudios han demostrado que el entrenamiento de resistencia ocasione lesiones. Hamill (1994)<sup>561</sup> en una encuesta, realizada en escuelas inglesas, encontraron que el entrenamiento de peso (ejercicios progresivos de resistencia para el condicionamiento corporal), como también el levantamiento de peso (competición en arrebato y en dos tiempos), hay las más bajas tasas de lesiones entre los más populares deportes, incluyendo el fútbol, tenis, juego con pelotas y otros. Esto es debido,

parece, a que los entrenadores son muy cualificados y se focalizan sobre la técnica propia del ejercicio, como también el relativo poco duración de los estudios.

Varios estudios han encontrado una relación positiva entre los aspectos del entrenamiento de la resistencia y el auto-concepto variables tales como la auto-estima (Tucker, 1983)<sup>562</sup>. De acuerdo con Berger y McInman (1993)<sup>563</sup>, el entrenamiento de la resistencia parece ser un método efectivo para ganar en el concepto corporal y en el auto-concepto en adolescentes y adultos. Sin embargo investigaciones futuras son necesarias para clarificar el efecto del entrenamiento sobre el auto-concepto en niños y sobre un periodo de tiempo más largo.

---

## **CAPACIDADES FÍSICAS O CONDICIONALES**

Las capacidades físicas o condicionales como componentes de las habilidades motrices a que nos referiremos en este estudio serán: La resistencia, la fuerza, la velocidad y la movilidad o flexibilidad.

### **La Flexibilidad**

Se presentan a continuación algunos conceptos de flexibilidad.

#### ***Conceptos***

Por flexibilidad (movilidad) según Hahn (1988), se entiende la capacidad de aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones lo más óptimamente posible. La agilidad es la capacidad de ejecutar movimientos voluntarios con mayor amplitud (Grosser et al., 1985). Es dependiente del tipo de articulación, de la longitud y elasticidad de los ligamentos, de la resistencia del músculo contra el cual se ha de trabajar en el estiramiento y de las partes blandas situadas alrededor de la articulación.

La flexibilidad es la capacidad de aprovechar las posibilidades de movimientos articulares lo más ampliamente posible en todas las direcciones. Ella posibilita la ejecución de movimientos con gran amplitud de oscilación en las articulaciones participantes. Indica la capacidad de movimiento (rango de movimiento) de una articulación dada (Manso, Valdivielso y Caballero 1996)<sup>564</sup>.

La flexibilidad constituye una característica motriz de primer orden para muchas modalidades deportivas tales como: gimnasia olímpica, patinaje artístico, saltos en la cama elástica, deportes de equipo como el fútbol, etc.

Varios autores le dan diferentes nombres y significados. Grosser (1972)<sup>565</sup>, la denomina de movilidad articular en virtud de su principal acción sobre las articulaciones, así nunca este separada de la elasticidad de los músculos, de los ligamentos, cápsulas, etc. Autores americanos

usan la nomenclatura flexibilidad refiriéndose tanto a la capacidad de las articulaciones como el estiramiento muscular. Otros denominan flexibilidad como una movilidad corporal, quiere decir, es la suma de las movilidades de varias articulaciones.

En deportes, se refiere a la movilidad articular, por tanto la llamada amplitud pendular de las articulaciones. Según Harre<sup>566</sup> la movilidad es la capacidad de los hombres de ejecutar movimientos con gran amplitud pendular. Este concepto, según Fetz (1964)<sup>567</sup>, comprende un complejo músculo-neuro-fisiológico. Como significado para el rendimiento deportivo, nos interesa la movilidad, apenas como pura movilidad articular.

Una buena movilidad se traduce por una suficiente capacidad de movimiento del aparato articular y una suficiente capacidad de estiramiento muscular (elasticidad). Esta relación entre flexibilidad articular y elasticidad muscular no puede ser separada, con todo existen ejercicios con mayor actuación de una o de otra cualidad. La flexibilidad con respecto a su actuación puede ser: general y específica.

La flexibilidad es general cuando objetiva un movimiento global del individuo en una actuación conjunta de sus articulaciones. Decimos que la movilidad es específica cuando ella contiene ejercicios que localizan la articulación o conjunto de articulaciones que serán solicitados en la movilidad deportiva. En esta forma de ejercicios, se parecen a la estructura del movimiento de la modalidad deportiva.

La modalidad es determinada por los siguientes factores:

a) Formas de las superficies articulares; b) Longitud y elasticidad de los músculos, tendones y ligamentos que envuelven las articulaciones; c) "irritabilidad" de los músculos; d) Condicionamientos biomecánicos; e) Edad; y f) Factores psíquicos.

De acuerdo con Grosser, actuarían como factores inhibidores de los movimientos con gran amplitud: los tendones cortos; la resistencia muscular de los antagonistas; masas musculares muy desarrolladas,

---

envolviendo las articulaciones; las fuerzas externas; la deficiente fuerza de contracción del músculo; la poca elasticidad muscular y ligamentar y alguna perturbación en la inervación.

Según Schmidt en Barbanti (1986), las tensiones síquicas tienen visibles influencias sobre la movilidad. El exceso de tensiones síquicas provoca un endurecimiento de la musculatura, influenciando negativamente la movilidad y el movimiento. Una excitación emocional no muy fuerte (como por ejemplo, "la fiebre de vencer") eleva la capacidad de trabajo y de rendimiento de la musculatura, auxiliando, así, la mayor amplitud de oscilaciones de las articulaciones.

Para Zaciorski (1974)<sup>568</sup>, la movilidad es más fácil desarrollada en la infancia y en la juventud, que en la edad adulta. De los 10 a los 17 años es la etapa ideal para trabajos de movilidad. Zaciorski (1974), afirma, que el cansancio físico proveniente de un entrenamiento pesado provoca una elevación de la tensión tónica, disminuyendo la capacidad de trabajo de los músculos y, con esto, perjudicando la amplitud del movimiento, por la disminución de la movilidad.

Conjuntamente Osolin (1983)<sup>569</sup>, Zaciorski (1974), concluyeron que el horario de entrenamiento tiene gran influencia sobre la movilidad, siendo que en las horas de la mañana son más desfavorables que las otras horas del día. Otras investigaciones afirman que la temperatura externa también tiene influencia en la movilidad. A más frío, peor es la movilidad, y cuanto más alta la temperatura, mejor.

Grosser et al., (1985), realizó experiencias para verificar la influencia del frío y de la hora del día sobre la movilidad y llegó a las mismas conclusiones citadas anteriormente (Tabla 17).

**Tabla 17. Los condicionantes de la flexibilidad, según Grosser et al., 1985.**

Condicionantes de la flexibilidad	Favorable	Desfavorable
<b>Edad</b>	<b>Edad infantil (hasta 14 años)</b>	<b>Edad adulta</b>
Elasticidad de músculos y ligamentos	Gran extensibilidad, buena coordinación entre agonistas y antagonistas	Poca extensibilidad mala coordinación
Estimulación muscular, tensión tónica	Capacidad de relajación	Relajación inhibida
Excitación emocional, tensión psíquica	En pequeña medida	Demasiado fuerte y demasiado tiempo
Biomecánico, anatómico	Aplicación óptima de las palancas y grados de libertad existentes	Ignorancia de las palancas naturales
Hora del día	De 11 a 12, a partir de las 16 horas	Horas de la mañana
Temperatura externa	Por encima de 18 °C	Por debajo de 18 °C
Calentamiento	Suficiente y progresivo	Excesivamente poco y demasiado rápido
Cansancio	Sin cansancio	Cansancio fuerte
Entrenamiento	Hasta una hora	Más de una hora o entrenamiento muy intenso

Los niños pequeños poseen una elasticidad elevada a causa del aparato esquelético que aún no está solidificado. Según Fomin y Filin (1975)<sup>570</sup>, la flexibilidad de la columna vertebral alcanza su máximo a la edad de 8 a 9 años, y posteriormente decrece constantemente. También la abertura de las piernas y la movilidad escapular (Meinel, 1978), tienen su máximo en este momento.

El máximo del desarrollo de la flexibilidad ya se produce entre las edades de 12 a 14 años. La edad óptima para mejorar la flexibilidad de la columna vertebral, la cadera y la cintura escapular se sitúa entre los 10 y los 13 años.

Se pueden producir daños si las articulaciones se entrenan de forma poco económica, desequilibrada o con sobrecarga. La programación de entrenamientos está profundamente afectada por la limitación temprana de la entrenabilidad de la flexibilidad. A pesar de la amplia estimulación de la formación de la flexibilidad, cuando se va formando la coordinación haciendo innecesaria una mayor dedicación habrá que procurar formar a tiempo aquellos campos necesarios para el deporte concreto. Para la gimnasia artística, la gimnasia rítmica, el salto artístico, la esgrima y otros

---

deportes que necesiten mucha flexibilidad, ésta debería estar formada en sus bases antes de entrar en la pubertad, e incluso estar terminada en ciertos límites, aunque no necesariamente dentro de los esquemas motrices típicos del deporte específico. En la infancia un programa de formación de la flexibilidad junto con una gimnasia específica.

### ***Importancia de la flexibilidad***

#### a) Mayor Amplitud de los Movimientos:

La flexibilidad permite a los movimientos de impulso y de balanceo, una amplitud mayor de oscilación, facilitando la ejecución técnica. Por ejemplo, en la técnica de pasar las vallas; en la técnica de salto ventral, en el remate, la pierna de oscilación extendida.

#### b) Perfecto Relajamiento de los Antagonistas:

Si los músculos no estuvieren suficientemente estirados ellos no se relajan completamente.

#### c) La Mejora de la Técnica:

Una buena flexibilidad se refleja en la cualidad de la técnica, por ejemplo, En la amplitud de las zancadas en las carreras de velocidad y en el aterrizaje del salto en distancia y de triple.

#### d) Prevención de Lesiones:

La práctica ha confirmado que los atletas que poseen alto grado de flexibilidad son los que menos se lesionan. Las lesiones musculares son mas frecuentes en los atletas con muy poca movilidad.

### ***Métodos de entrenamiento de la flexibilidad***

La flexibilidad puede ser activa y pasiva. Es activa cuando se alcanza una gran amplitud articular apenas por la actividad muscular sin ayuda externa.

La flexibilidad es pasiva cuando una gran oscilación articular es alcanzada por ayuda de fuerzas externas (aparatos, compañeros, etc.) o por el propio peso corporal.

Para Fetz (1964) y Ballreich (1970)<sup>571</sup>, la flexibilidad puede ser entrenada de forma estática y dinámica.

En la forma estática se alcanza la mayor amplitud posible si se mantiene en esta posición algunos segundos, relajándose enseguida. En la forma dinámica se usa balanceos y oscilaciones hasta el límite posible. Ambas formas pueden realizarse con la ayuda de un compañero o de aparatos, y deben existir conjuntamente en el entrenamiento.

Para Zaciorski (1974), en el entrenamiento de la movilidad, la amplitud de movimiento debería ser un poco mayor que la solicitada en el movimiento de la disciplina deportiva. Con todo, ella no necesita ser desarrollada exageradamente, siendo hasta un cierto punto, el que garantice la buena ejecución de los movimientos necesarios sin problemas.

En cualquier forma de entrenamiento la movilidad debe tener bastante cuidado para no exceder los límites de extensibilidad de los músculos. En el inicio, no se debe hacer una exigencia muy grande y se debe evitar movimientos bruscos. Tal vez fuese más interesante iniciarla con ejercicios de forma estática, pues se puede controlar la amplitud del estiramiento, después, más tarde, cuando se tiene mejor amplitud, entrenaríamos a través de ejercicios de forma dinámica.

Después de cada ejercicio, debe haber necesariamente una descontracción muscular (soltura de la musculatura) y articulación, lo que se consigue oscilando las extremidades. Esta descontracción contribuye

---

para una recuperación más rápida después de una sobrecarga. Estos ejercicios de movilidad deben estar en toda unidad o sesión de entrenamiento y pueden ser aplicados en el calentamiento, y después de la parte principal, sin embargo, nunca después de trabajos físicos extenuantes.

son presentadas a continuación algunas observaciones para ser adoptadas en el entrenamiento de la movilidad,:

1. Los ejercicios deben ser ejecutados diariamente.
2. Antes de iniciar los ejercicios es necesario un buen calentamiento.
3. Cada ejercicio debe ser repetido mínimo 10 veces.
4. Después de cada ejercicio, relajar, soltar la musculatura.
5. Ejecutar inicialmente ejercicios de movilidad general y después los ejercicios de movilidad específica.
6. Los ejercicios de movilidad específica deben ser los más semejante posible a las características de las modalidades deportivas.
7. Deben ser utilizados en todos los niveles del entrenamiento.

### ***Entrenamiento de la movilidad en niños***

Weineck (1988), propone la siguiente metodología:

La movilidad es muy grande en los niños de hasta 10 años de edad. Se debe entrenar no solo para desarrollarla si no también para mantener la ya adquirida.

#### **Entrenamiento general de la movilidad**

- No desarrollarse hasta el límite del movimiento, pues puede desarrollarse otras características de la movilidad que afecten de forma negativa a largo plazo.
- No se desarrolla por igual en los diferentes sistemas articulares. Un aumento de la movilidad de la columna vertebral no tiene por qué

corresponder con un aumento de la movilidad de la articulación de la cadera.

- El entrenamiento debe efectuarse de acuerdo con la edad del niño.
- Los ejercicios de movilidad serán activos. Los pasivos y estáticos solo se efectuarán a partir de la adolescencia.
- Al determinar una movilidad demasiado grande junto con muestras de debilidad en la musculatura del tronco, deberá darse más importancia al fortalecimiento muscular y no tanto a los estiramientos, pues empeoraría más la situación.

### **La Resistencia**

La resistencia se entiende en el deporte como la capacidad del hombre para aguantar contra el cansancio durante esfuerzos deportivos (Hahn, 1988; Shephard y Astrand, 1996<sup>572</sup>). Para Zintl (1991)<sup>573</sup>, resistencia es la capacidad de resistir psíquica y físicamente a una carga durante un largo tiempo produciéndose finalmente un cansancio insuperable debido a la intensidad y duración de la misma y/o de recuperarse rápidamente después de esfuerzos físicos y psíquicos.

El consumo máximo ( $VO_2\text{max}$ ), la tasa más alta en la cual un individuo puede consumir oxígeno durante el ejercicio, limita la capacidad aeróbica para ejecutar ejercicios aeróbicos y es ampliamente reconocida como la mejor medida de la condición aeróbica (American College of Sports Medicine, 1995<sup>574</sup>; Astrand y Rodahl, 1986<sup>575</sup>). Los modelos tradicionales de los ejercicios de laboratorio (Howley, Bassett y Welch, 1995<sup>576</sup>; Shephard, 1984)<sup>577</sup>, asumen que el  $VO_2$  alcanza con el incremento de la intensidad del ejercicio un punto más allá en la cual no hay incremento adicionales en el  $VO_2$ , no obstante en individuos bien motivados son capaces de incrementar más allá la intensidad del ejercicio. El ejercicio por encima de la intensidad donde la nivelación de  $VO_2$  o el plató (meseta) es asumido a ser soportado exclusivamente por la resíntesis anaeróbica de la adenosina trifosfato (ATP), resultando en una acumulación intracelular de lactato, acidosis, e inevitablemente la

---

finalización del ejercicio. Por lo tanto lo metodológico (Myers, 1996<sup>578</sup>; Myers et al., 1990.<sup>579</sup>; Myers et al., 1989<sup>580</sup>), y lo teórico (Noakes, 1988<sup>581</sup>; Noakes, 1997<sup>582</sup>) del concepto del plató del VO<sub>2</sub> han sido desafiados y la validez de los tradicionales modelos es un corriente tópico de airoso debate (Basset y Howley, 1997<sup>583</sup>; Noakes, 1998<sup>584</sup>).

### ***Desarrollo de la resistencia aeróbica durante la niñez y la adolescencia***

Astrand (1952)<sup>585</sup>, fue el primero en documentar que muchos niños y adolescentes completaban un test de ejercicio progresivo hasta el agotamiento sin alcanzar una nivelación del VO<sub>2</sub> subsecuentes estudios han confirmado que la minoría de los jóvenes exhibe una meseta o plató clásico de VO<sub>2</sub> (Armstrong et al., 1990<sup>586</sup>; Armstrong et al., 1995<sup>587</sup>; Armstrong et al., 1998<sup>588</sup>). Los fallos en demostrar este plató del VO<sub>2</sub> después de un test progresivo puede estar relacionado a una pobre motivación o un bajo nivel de capacidad anaeróbica (Krahenbuhl et al., 1985<sup>589</sup>; Rowland, 1993<sup>590</sup>), sin embargo recientes estudios han demostrado, con una amplia muestra de sujetos (niños y adolescentes), que éstos que no tienen un alto plató de VO<sub>2</sub>, frecuencia cardíaca, tasa de intercambio respiratorio, o los valores del lactato sanguíneo post-ejercicio que aquellos que no muestran un plató del VO<sub>2</sub> (Armstrong, 1995<sup>591</sup>; Armstrong y Welsman, 1997<sup>592</sup>). A pesar de esto, como el término de VO<sub>2</sub>max convencionalmente implica la existencia de un plató en el VO<sub>2</sub>, esto es más común en las ciencias del ejercicio en pediatría que definen el alto consumo de oxígeno observado durante un test hasta el agotamiento como el pico del consumo de oxígeno (Armstrong y Davies, 1984<sup>593</sup>; Armstrong y Welsman, 1994<sup>594</sup>, 1997<sup>595</sup>).

Los equipos de laboratorio y los protocolos diseñados para testar adultos y usados en jóvenes son problemáticos (Armstrong y Welsman, 2000<sup>596</sup>; Rowland, 1996<sup>597</sup>; Staats et al., 1993<sup>598</sup>), como también la falta de atención y la comprensión de los procedimientos experimentales, esto dificulta sacar el máximo esfuerzo. Existe el pico del VO<sub>2</sub> en niños de hasta tres años de edad (Shuleva et al., 1990)<sup>599</sup>, sin embargo, estos

estudios son difíciles de interpretar y a menudo confundidos con pequeños tamaños de las muestras (Davies, Barnes y Godfrey, 1972<sup>600</sup>; Saris et al., 1985<sup>601</sup>). Algunos autores han cuestionando la fidedignidad del pico del VO<sub>2</sub> reportado en niños de menos de 8 años (Armstrong y Welsman, 1995<sup>602</sup>; Malina y Bouchard, 1991<sup>603</sup>), de todas formas si los datos son realizados en un ambiente de laboratorio y muestran una clara señal de que el ejercicio ha sido intenso soportado por apropiados criterios objetivos, el pico del VO<sub>2</sub> seguido de un test de ejercicio progresivo hasta el agotamiento puede ser aceptado como un índice máximo de la condición aeróbica (Armstrong, Welsman, y Winsley, 1996<sup>604</sup>; Rowland, 1993<sup>605</sup>; Rowland y Cunningham, 1992<sup>606</sup>).

Los procesos de crecimiento y maduración están asociados con cambios realmente dramáticos en el tamaño corporal. A pesar que el tiempo y el ritmo de crecimiento varían de individuo para individuo, entre las edades de 8 a 16 años, la masa corporal de un niño aumenta aproximadamente entre un 160 % y una media en las niñas de 125 % y la estatura incrementa entre un 40 y 30 % respectivamente (Rowland, 1996<sup>607</sup>);).

Paralelo a estos cambios morfológicos, el aumento en medidas absolutas de la performance de ejercicio ocurre de una magnitud considerable. Por ejemplo de un similar punto de partida a los 8 años de edad los picos de incremento de la capacidad aeróbica (VO<sub>2</sub>), aumenta alrededor de un 150 % en niños y en un 80 % en niñas (Armstrong, Welsman, (1994<sup>608</sup>; 2000).

Los niños y adolescentes muestran un aumento progresivo en el pico del VO<sub>2</sub> e inclusive hasta la edad adulta, la maduración induce a un aumento del VO<sub>2</sub> en ambos sexos independiente si es explicado por el tamaño corporal y la edad (Armstrong y Welsman, 2000). Algunos datos longitudinales demuestran que le pico del VO<sub>2</sub> en chicas se estabiliza alrededor de los 14 años. El pico del VO<sub>2</sub> esta fuertemente relacionado con el tamaño corporal e inapropiados métodos que parcializan el tamaño corporal han oscurecido nuestro entendimiento de las contribuciones independientes de la edad y la maduración hacia el crecimiento del el pico

---

del  $\text{VO}_2$ . Con el tamaño corporal controlado el pico del  $\text{VO}_2$  en niños aumenta en la niñez y la adolescencia y hasta los principios de la edad adulta. En las chicas el pico del  $\text{VO}_2$  aumenta en la pubertad y entonces se nivela al aproximarse a la edad adulta. La maduración induce a un aumento del pico del  $\text{VO}_2$  en ambos sexos independiente si es explicado por el tamaño corporal y la edad. Las diferencias sexuales en el pico del  $\text{VO}_2$  en niños pre-púberes pueden estar relacionadas con el volumen cardíaco.

El incremento progresivo de las diferencias sexuales en las ganancias de la masa muscular y las divergencias en el pico del  $\text{VO}_2$  a través de la adolescencia, y los aumentos futuros marcados por los chicos en un aumento de la concentración de hemoglobina alrededor de los 14 años de edad.

En 114 niños ingleses con una edad media  $12.8 \pm 0.4$ , el pico del  $\text{VO}_2$  ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) fue de  $2,13 \pm 0.42$  y la concentración de hemoglobina de ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )  $141 \pm 7$ . Para las niñas de la misma edad fue de  $1,92 \pm 0,4$  y de  $137 \pm 10$ , respectivamente, los cuales fueron significativamente menores que los de los niños, al nivel de una  $p < 0,05$ . (Armstrong et al., 1991)<sup>609</sup>.

Estudios longitudinales del pico del  $\text{VO}_2$  en relación con la edad tenemos para niños canadienses ( $n = 75$ ) de 12 años de edad con  $2,12 \pm 0.29$ , niños ingleses ( $n = 71$ ), con  $2,15 \pm 0,34$ , y niños con 13 años edad holandeses ( $n = 80$ ), con  $2,66 \pm 0,39$  (Armstrong y Mechelen, 1998)<sup>610</sup>.

Para poder realizar ejercicios de resistencia motriz de diferentes tipos, según la especialidad de la tarea, el ser humano es capaz de agotar o bien de utilizar diferentes sistemas de capacidades de su organismo. Los sistemas importantes relativos a este contexto quedan representados con el concepto de capacidades aeróbicas y anaeróbicas.

La capacidad aeróbica es el volumen por minuto del consumo de oxígeno en todo el sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico, en trabajos dinámicos de intensidad moderada, de los grandes grupos musculares,

más de un 1/7 de la musculatura esquelética implicada en el ejercicio, con una duración mínima de tres minutos.

La capacidad anaeróbica es la deuda máxima de oxígeno en los trabajos dinámicos de intensidad máxima que tengan una duración de hasta tres minutos (comparado con, el, valor inicial en reposo).

Las investigaciones respecto al desarrollo de la capacidad de resistencia infantil aportaron en los últimos años unos resultados totalmente nuevos. Mientras se partía de un desarrollo restrictivo de la capacidad aeróbica hasta la edad de 10 años, antes de 1975 (Schmücker/ Hollmann, 1973; Fomin/Filin, 1975; Nócker, 1977), en investigaciones más recientes se ha demostrado una buena entrenabilidad de la resistencia. A partir de los 8 años, y con un entreno apropiado, se estimula la hipertrofia del músculo cardíaco, lo que permite incrementar la capacidad (Hollmann y otros, 1978).

En base a investigaciones con gemelos univitelinos y bivitelinos, Klissouras (1971) demostraba que las capacidades aeróbicas y anaeróbicas son genéticamente predeterminadas en un 93,4 % a 81,4 %. La capacidad aeróbica del niño puede incrementarse en un 50 % mediante un entrenamiento óptimo según Keul et al., (1982).

Para Martín (1982), los niños poseen también los requisitos para el entrenamiento de la resistencia, ya que:

- Existe una relación favorable entre tamaño y peso frente a la fuerza implicada en los desplazamientos y frente al volumen máximo de oxígeno por kilogramo de peso corporal; y
- no existen grandes problemas de motivación, siendo ellos capaces de aprender movimientos de forma más rápida y más controlada, y de realizar estas técnicas fácilmente. Esto vale sobre todo para las disciplinas de resistencia con parte elevada de técnica.

---

De esta forma el niño ya se parece al adulto entrenado en resistencia a la hora de realizar ejercicios de resistencia (Martín, 1982). Por otra parte, Keul et al (1982), indican que según observaciones realizadas a largo plazo, las adaptaciones favorables producidas por los entrenamientos sólo se mantienen durante más tiempo siguiendo con el mismo volumen de entrenamiento durante un largo tiempo hasta más allá de la edad infantil de forma aeróbica y anaeróbica . En edad pre-escolar, los niños pueden trabajar aeróbicamente entrenándose con la motivación correspondiente y sin cambios de velocidad ni límites de tiempo. Las fuentes esenciales de peligro parten del aparato infantil locomotor y de sostén que aún no está del todo desarrollado. Teniendo en cuenta estas limitaciones, los niños pequeños ya pueden conseguir rendimientos de resistencia.

En la edad escolar se manifiesta una mejora de las pulsaciones máximas bajo carga frente al pulso de reposo a causa de las mejoras del desarrollo muscular. Se alcanzan también valores similares relativos al volumen cardíaco.

Cuando el entrenamiento de la resistencia se practica de forma adecuada conforme a la edad, se aprecia un elevado crecimiento de la resistencia. Según Kindermann (1978)<sup>611</sup>, los niños son aptos para la resistencia, y capaces de mantener una intensidad elevada por un tiempo prolongado sin sufrir daños.

La efectividad de la entrenabilidad aumenta considerablemente a partir de los 8 años. La capacidad aeróbica en general se desarrolla siempre cuando:

- Se trate de una carga dinámica de grandes grupos musculares (por ejemplo correr, nadar, montar en bicicleta, esquí de fondo, excursionismo de montaña, entrenamiento en circuito, patinaje sobre hielo o sobre ruedas, etc.;
- la duración de la carga sea de forma continuada y por lo menos de cinco, 10 o más minutos;

- la intensidad debe ser de un 50 % a un 70% de la capacidad cardiovascular máxima.

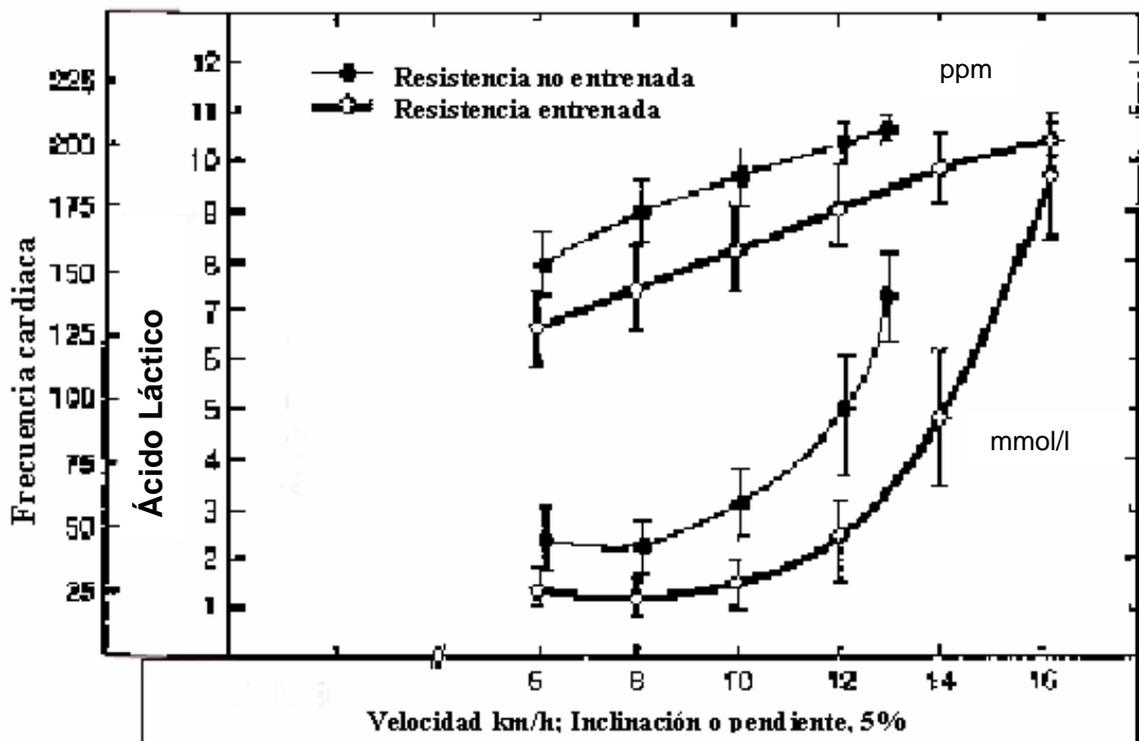
Para Hollmann et al., (1978)<sup>612</sup>, la resistencia aeróbica es limitada por la capacidad cardiovascular, respiratoria y metabólica de la musculatura que está trabajando.

- La duración de la carga sea de forma continuada y por lo menos de cinco minutos, aunque mejor de diez o más minutos; y
- la intensidad sea de un 50 o mejor de un 70 % de la capacidad cardiovascular máxima.

Un efecto limitador para la resistencia aeróbica lo producen las capacidades cardiovasculares, respiratorias y metabólicas de la musculatura excitada. Los daños sólo se producirán con ejercicios en condiciones ambientales no normales (temperaturas elevadas, alta humedad del aire, estómago lleno, y otras) o en caso de existencia previa de perjuicios (Hollmann et al., 1978).

El entrenamiento de la resistencia debe constituir una parte del entrenamiento total y no destacarse como una forma específica. Resulta arduo encontrar para niños una motivación apropiada para este tipo de entrenamiento. A menudo, tareas adicionales de tipo cognitivo (en el sentido de carreras de orientación) pueden ayudar a motivar para otras de resistencia.

Los metabolismos aeróbicos se usan muy tarde, de forma que el umbral anaeróbico queda desplazado alcanzándolo o sobrepasándolo en una fase de esfuerzo más elevada. Los niños entrenados en resistencia (Figura 24), con su volumen máximo de oxígeno, alcanzan el umbral anaeróbico más tarde aún que en un momento en el que los niños no entrenados ya habían abandonado (Keul et al., 1982)<sup>613</sup>. También Eriksson (1973)<sup>614</sup> demuestra la entrenabilidad de la capacidad anaeróbica. Gürtler, Jul, e Israel (1979)<sup>615</sup> encontraron que con el entrenamiento de resistencia de los niños se consigue una ampliación del metabolismo anaeróbico.



**Figura 24.** Diferencias de la resistencia en niños entrenados y en no entrenados, mediante las tomas de la frecuencia cardíaca en pulsaciones por minuto (ppm) y el ácido láctico en mmol/l, versus la velocidad de carrera (km/h), según Keul, (1982)<sup>616</sup>.

### Planificación

El corazón del niño tiene un volumen favorable en relación a su peso corporal (Van Aaken, 1971)<sup>617</sup>, apenas experimenta los esfuerzos de resistencia como fatigantes, y menos aún como sobrecarga. Los niños descubren los ejercicios de resistencia como un juego interesante, se motivan para realizarla.

El volumen del entrenamiento depende de la frecuencia de los mismos entrenamientos. A los niños se les tiene que adaptar lentamente a estas cargas, para acostumarlos a las distancias y a la frecuencia de las repeticiones, y con ello a este tipo de entrenamiento.

Los aspectos motivadores en el entrenamiento de resistencia para los niños son el grupo de entrenamiento, la capacidad de entusiasmar por parte del entrenador y la variedad.

Puesto que en el trabajo de la resistencia después de un cierto tiempo de adaptación, se aplican poco a los sentidos ópticos y acústicos, se han de proporcionar tareas de observación o bien presentar estímulos específicos para crear una compensación mental, para conseguir así una mejor asimilación del ritmo de los movimientos a base de descargar el consciente.

Se habrán de tener en cuenta los siguientes aspectos respecto a las cargas:

- Regularidad (como mínimo una vez por semana);
- suficiencia (como mínimo 5 minutos);
- suficiente intensidad (del 60 al 80 % del rendimiento máximo).

Se ha de correr de forma que la absorción y el consumo de oxígeno estén en un constante equilibrio o estado estable. Después de la carrera, el niño no debe estar agotado, sino que debe tener la sensación de poder seguir corriendo. Las pulsaciones durante el esfuerzo deben estar alrededor de las 170 por minuto, después de tres minutos de descanso, a 120, y después de otros 10 o 12 minutos, llegar al valor de reposo.

Las cargas se incrementan aumentando el número de entrenamientos (pasar de 2 a 4 o a 6 sesiones por semana). La duración de las carreras también se ha de alargar muy pronto (hasta los 15 minutos o más). Por otra parte, la velocidad de carrera debe subirse mucho más tarde (aproximadamente después de un año o un año y medio de entrenamientos). Como formas de traba o se ofrecen sobre todo las formas jugadas, que dan mucha variedad al entrenamiento de la resistencia (carreras con balones, con música, con determinados compañeros, en diferentes superficies, etc.).

En cuanto a tipos de ejercicios, se pueden variar el tiempo (¿quién puede estar corriendo durante 15 minutos?) y las distancias.

El entrenamiento de la resistencia se puede combinar bien con otros campos (carrera de resistencia con un circuito y otros). Los juegos de

---

pelota de mucho movimiento son especialmente indicados, puesto que se exige igualmente la precisión y la resistencia. Ejemplos del trabajo de la resistencia como los anotados por Ferrandez 1986<sup>618</sup>.

Como control del entrenamiento y como forma de competición sirve el test de Cooper, que da normas para las diferentes edades y sexos.

### ***Control del entrenamiento de la resistencia en el fútbol***

El ritmo de juego en el fútbol es influenciado por factores tales como la posición y su papel en el campo, factores ambientales y el nivel de competición (Reilly, 2000)<sup>619</sup>. Los perfiles del ritmo de trabajo en el fútbol son influenciados por el consumo máximo de oxígeno (Reilly y Thomas, 1976)<sup>620</sup>, la capacidad de resistencia (Bangsbo, 1994)<sup>621</sup> y las reservas de carbohidratos (Saltin, 1973)<sup>622</sup>. Estilos de juego, como el sistema y la táctica utilizada (Drust, Reilly y Rienzi, 1998)<sup>623</sup>. Estos perfiles pueden estar relacionados con las características antropométricas, las cuales son relativamente heterogéneas entre los futbolistas de élite (Eston y Reilly, 2001)<sup>624</sup>.

El fútbol es caracterizado por ser de alta intensidad, utiliza un trabajo discontinuo e intermitente (Ekblom, 1994<sup>625</sup>; Bangsbo, 1997<sup>626</sup>). Los jugadores recorren aproximadamente 10 km por juego, de los cuales del 8 al 18% son realizados a alta velocidad. En el fútbol profesional por Ej., hay un gran número de remates y de cabeceos, y un alto porcentaje del juego es ejecutado a velocidad máxima. La energía aeróbica demandada en un juego es de aproximadamente 80% de la potencia máxima individual. La potencia máxima aeróbica es alrededor de 60 al 65 ml/kg/min tanto en jugadores de nivel nacional como internacional. La frecuencia cardíaca durante la mayor parte de un partido están entre 150 y 190 ppm. Las concentraciones de lactato sanguíneo varían desde 4 a 10 mmol/l (Bangsbo, 1997), 14.6 mmol/l (Vallejo, Lombana y Sanchez, 1992), también se han encontrado algunos valores por encima de las 15 mmol/l después de un partido (Ekblom, 1994; Agnevik, 1970). Los futbolistas poseen una alta potencia anaeróbica aláctica, una gran

capacidad de taponamiento de la acidez metabólica y una fuerza muscular diferenciada.

Reilly (2001)<sup>627</sup>, anota que la aplicación de los principios científicos para los test de campo han progresado al punto donde existen tests que son continuamente refinados y que nuevos test sean diseñados. Por tanto una de las dificultades es que la línea base y los datos de referencia se vuelven obsoletos con el uso de nuevas versiones de un test en particular. La ciencia aplicada al deporte últimamente ha escogido entre los protocolos que permiten interpretaciones fisiológicas directas de los resultados o proveen una utilidad para determinar la performance relacionada con el juego.

Para diagnosticar el nivel, morfológico-funcional y de las capacidades físicas, (Vallejo, 1992)<sup>628</sup>, actuales de rendimiento deportivo como también para controlar el entrenamiento en futbolistas (adultos, adolescentes y niños) se aplican procedimientos práctico – deportivos y test científicos - deportivos de laboratorio y de campo (Vallejo y Kiss 1988<sup>629</sup>; Vallejo y Arnal, 2001 y 2002).

Test genéricos como el de 20 m de carrera que fue validado para estimar el VO<sub>2</sub>max (Leger y Lambert, 1982)<sup>630</sup>. El estadio final alcanzado es anotado y el VO<sub>2</sub>max puede ser estimado usando una tabla apropiada (Ramsbottom, Brewer y Williams 1988)<sup>631</sup>. Tablas separadas para chicos están disponibles y han sido validadas para estimar el VO<sub>2</sub>max por Leger et al 1988<sup>632</sup>. Este test también ha sido aplicado en niños futbolistas para evaluar la condición aeróbica (Vallejo y Arnal, 2002).

Otra alternativa de test genérico para medir la condición aeróbica ha sido el empleo de carreras, la distancia de carrera para un determinado tiempo, tal como los 12 min de carrera de Cooper<sup>633</sup>, o un set de carrera de 3 km validado por Oja et al 1989<sup>634</sup>. El test de Cooper<sup>635, 636</sup> ha sido usado como un test de campo en jugadores de fútbol.

---

El test de Conconi et al., (1982)<sup>637</sup>, que determina los umbrales aeróbicos-anaeróbicos es un método no invasivo que es válido y fidedigno para prescribir la intensidad del ejercicio en atletas corredores, como también en futbolistas, pero que necesita ser validado en niños, analiza la relación de la frecuencia cardíaca (FC) y la velocidad de carrera (VC) en km/h, m/s, m/min, y T/km, que predice la velocidad de carrera para el entrenamiento individualizado de los umbrales aeróbicos (Janssen, 1987<sup>638</sup>, Vallejo, 1994<sup>639</sup>; Vallejo y Arnal, 2002).

El consumo máximo de oxígeno ha sido descrito como un importante índice para predecir la *performance* en corredores de media y larga distancia (Astrand y Rodhal 1992<sup>640</sup>, Vallejo, 1992<sup>641</sup>), no obstante el logro en la carrera de distancia puede confiar más en factores determinantes de una buena o pobre utilización del VO<sub>2</sub>max, que del propio VO<sub>2</sub>max. (Costill, 1972<sup>642</sup>, Costill et al., 1971<sup>643</sup>). En las carreras de media y larga distancia los procesos aeróbicos suplen la principal parte de las necesidades de energía para la contracción muscular (Astrand y Rodhal, 1992).

Varios análisis de los movimientos realizados en el fútbol fueron utilizados para evaluar, indirectamente, las exigencias físicas de los jugadores de fútbol. De cierta forma, la distancia total recorrida en el juego es considerada una medida de la producción de trabajo mecánico, el cual es indirectamente relacionado al gasto de energía (Reilly y Thomas, 1976). De todas las actividades desarrolladas durante el juego, la carrera es la forma principal de locomoción.

El mejor entendimiento de las exigencias físicas, que ocurren durante el juego, ciertamente dotará a los entrenadores preparadores físicos de una visión más racional para la organización de sus planes de entrenamiento, de forma que se vuelvan más eficaces, más económicos y menos subjetivos.

Varios estudios, realizados tiempos atrás, ya intentaban dar una visión más científica de los movimientos en el fútbol. Los primeros estudios

intentaron dar a los técnicos y preparadores físicos una información más precisa de las exigencias en las carreras en el juego de fútbol.

### **La Velocidad**

La velocidad es la capacidad del ser humano de realizar acciones motrices con máxima intensidad y dentro de las circunstancias en un tiempo mínimo; presuponiendo que la tarea sea de corta duración y de que no se presente cansancio según Hahn (1988). Para Barbanti (1979), la velocidad es una característica neuromuscular, que esta presente en todas las situaciones en varios deportes. Popularmente, se dice que la velocidad es una capacidad de realizar un movimiento en el menor espacio de tiempo. En la física, se expresa por la formula  $V=d/t$ , esto es, la distancia recorrida en la unidad de tiempo.

La velocidad es bastante específica y también relativa. Ciertas personas pueden ejecutar un movimiento bien rápido y otro relativamente lento. La transferencia de la velocidad solamente ocurre cuando los movimientos representan coordinaciones semejantes.

En movimientos de coordinación diferente no existe correlación entre sus velocidades. Esto, con todo, no este bien definido, pues en personas sin entrenamiento se verifica una gran transferencia de velocidad. La velocidad se constituye en la base de varios deportes y más precisamente en el fútbol. Todo se orienta a la velocidad, donde por la diversificación de los movimientos es bien diferenciada.

La velocidad en el deporte según Grosser (1992)<sup>644</sup>, es la capacidad de alcanzar con base en procesos cognitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas. Representa la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia (Manso et al., 1998<sup>645</sup>; Manso, Caballero y Ruiz 1996<sup>646</sup>).

---

Para Harre y Hauptmann (1987), la velocidad es una capacidad psicofísica que se manifiesta por completo en aquellas acciones motrices donde el rendimiento máximo no queda limitado por el cansancio.

La velocidad motriz (total de experiencias en los movimientos, se basa en funciones de los procesos psíquicos, sensoriales, nerviosos y musculares) y la velocidad de acción o la posibilidad de realizar movimientos rápidos que en cada deporte (el inicio de acciones motoras por ejemplo las salidas de todo tipo, guardameta, jugadores, luchadores y donde se manifiesta la velocidad de reacción, de acción y de fuerza.

Es el recorrido de la rapidez de procesos, funciones y acciones situado arriba de determinada situación específica y barreras individuales.

Es la máxima velocidad de movimiento que puede ser alcanzada.

Capacidad de realizar un esfuerzo de máxima frecuencia y amplitud de movimientos en un tiempo corto.

Es la máxima capacidad de desplazamiento en la unidad de tiempo sin pérdida aparente de energía.

Capacidad de concluir en un espacio de tiempo mínimo, acciones motoras sobre exigencias dadas.

Es la cualidad particular de los músculos y de las coordinaciones neuromusculares, permitiendo la ejecución de una sucesión rápida de gestos, que en su encadenamiento, constituyen una sola y misma acción, de una intensidad máxima y de una duración breve o muy breve.

Es el tiempo gastado para recorrer una cierta distancia.

Dentro del campo de la velocidad, Grosser et al., (1981), diferencian entre:

- Velocidad de reacción: Capacidad de convertir en menos tiempo posible estímulos (señales) en movimiento;

- velocidad de movimientos acíclicos (velocidad de acción):  
Capacidad de realizar movimientos (acíclicos) en el menor tiempo.

Los movimientos acíclicos se caracterizan por no presentar ninguna repetición de partes de fases en su proceso de movimiento. Las actividades básicas de lanzar, saltar, empujar, levantar son ejemplos típicos de movimientos acíclicos y en deporte tenemos el drible, soco, tenis de mesa, como ejemplo de los movimientos realizados con velocidad. Estos movimientos nunca se repiten de la misma forma.

Los movimientos cíclicos son aquellos que muestran repeticiones de las fases. La mayoría de los movimientos de locomoción son cíclicos como andar, correr, nadar, remar, montar en bicicleta, etc. En algunos deportes se exige una rapidez de movimientos cíclicos con partes del cuerpo. Por ejemplo, en canotaje, en ciclismo, en trabajo a manivela ergométrica. En otros deportes hay una característica de velocidad de progresión cuyos movimientos involucran todo el cuerpo, como por ejemplo, el remo, las carreras, las carreras de velocidad en hielo, la natación, etc.

En ambos casos, o sea, en velocidades de partes del cuerpo y en velocidades con movimientos de todo el cuerpo, puede tenerse una exigencia la de mantener la velocidad el mayor tiempo posible, apareciendo, entonces, el factor resistencia que denominamos resistencia a la velocidad (ya descrito en el capítulo de resistencia). El factor común entre todos los tipo de velocidad es la velocidad de base.

La velocidad de base se caracteriza por la máxima capacidad de desplazamiento en la unidad de tiempo sin pérdida aparente de energía. Para este autor, en la carrera, esta velocidad solamente alcanza una distancia aproximada de 60m. Arriba de esta distancia entra el factor resistencia que ya denominamos resistencia a la velocidad o velocidad prolongada.

---

La velocidad de base son los factores heredados de la característica velocidad, por tanto, un individuo nace con velocidad o nace sin velocidad, pero nunca se nace velocista.

### ***Características fisiológicas de la velocidad***

La velocidad depende de la perfecta integración del sistema neuromuscular. El sistema nervioso central regula los procesos que accionan las diferentes musculaturas con el siguiente procedimiento: los nervios sensitivos o receptores reciben los estímulos y a través de los nervios aferentes, transmiten el estímulo al sistema nervioso central, donde se procesa la orden para ser transmitida a las masas musculares correspondientes. Esta orden es enviada por los nervios aferentes a los fascículos musculares a través de la placa motora provocando una excitación en el músculo, originando una actividad muscular, realizando, entonces, el movimiento.

Desde el punto de vista bioquímico la velocidad depende de la cantidad de ATP en el músculo, y de la rapidez de su descomposición sobre influencia del impulso nervioso y todavía del tiempo de resíntesis del ATP. Como los movimientos son rápidos, la resíntesis del ATP se da casi que exclusivamente por mecanismos anaeróbicos, o sea, el fosfato de creatina (CP) y el mecanismo glicolítico. En las carreras cortas hasta 200m y en natación hasta 50m los mecanismos anaeróbicos participan con más de 90%. Se forma, entonces, un gran débito de oxígeno que es pagado después de un largo tiempo.

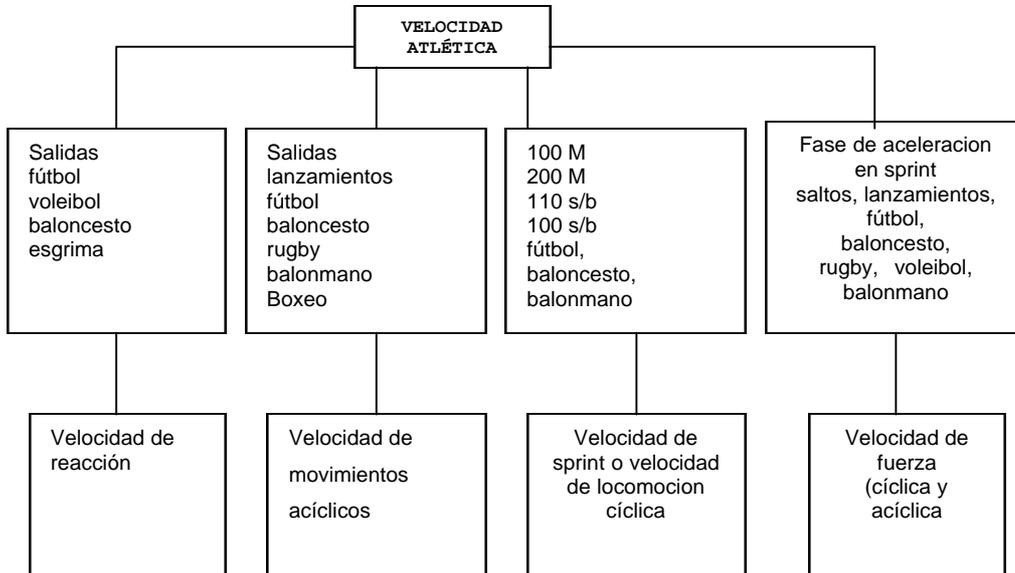
La velocidad es todavía influenciada por la forma básica, por la coordinación, por la velocidad de contracción de la musculatura, por la viscosidad de las fibras musculares, por la relación de las palancas de las extremidades del tronco y por el, poder de reacción. Como los tres últimos factores son constituidos y prácticamente no pueden ser influenciados por el entrenamiento, sobran apenas la fuerza básica, la coordinación y el poder de reacción para ser entrenados.

La velocidad independiente del biotipo. Hay individuos bastante altos y veloces y otros bajos con el mismo grado de velocidad. Con todo, Cureton afirma que los individuos dotados de miembros grandes, especialmente las piernas, deben ser más rápidos, como consecuencia de las condiciones de trabajo más favorables en las palancas óseas.

En las actividades de destreza, la velocidad depende principalmente del establecimiento de reflejos condicionados, más en las carreras depende simplemente de la reducción del tiempo necesario para una contracción y un relajamiento muscular completo.

### **La velocidad en los deportes**

La terminología deportiva diferencia varias formas de velocidad que están presentes casi en todas las disciplinas del deporte (Figura 25): velocidad de reacción, velocidad de movimientos (en movimientos acíclicos), velocidad de locomoción o velocidad de *sprint* (en movimientos cíclicos) y velocidad de fuerza (en movimientos cíclicos y acíclicos).



**Figura 25. Velocidad atlética**

### **El desarrollo de la función anaeróbica durante la niñez y la adolescencia**

Los niños espontáneamente prefieren los ejercicios que son variados, ellos se esfuerzan al máximo y rápidamente en algunos segundos, pero

---

detestan los ejercicios monótonos como también los trabajos pesados. Su forma de vivir es de carácter anaeróbico (Astrand).

En la mayoría de las tareas diarias, juegos, o eventos deportivos, los niños está primeramente inmersos en cortos ejercicios intensos y explosivos (Cooper, 1995)<sup>647</sup>, la mayoría de la literatura pediátrica científica está dedicada al estudio de los trabajos máximos prolongados de la potencia (Baxter-Jones, Goldstein y Helms, 1993<sup>648</sup>). Frente a esta paradójica situación podemos considerar:

1. El hecho de que la función anaeróbica está más relacionada con la performance y menos con la salud, que la función aeróbica.
2. La ausencia de una medalla de oro estándar para lo anaeróbico comparable con el criterio universal adoptado  $\dot{V}O_2\text{max}$ .
3. La dificultad para medir con precisión la respuesta del estado fisiológico no estable.
4. La prohibición en contra de las técnicas invasivas y el estrés doloroso en el estudio de niños saludables.

### ***La función anaeróbica***

Se presentan a continuación algunos conceptos y definiciones de la capacidad anaeróbica

#### **Potencia**

La potencia desarrollada por una contracción muscular es igual al producto de la fuerza por la velocidad. Potencia se refiere a la habilidad del sistema neuromuscular para producir grandes impulsos en un dado periodo de tiempo. Considerando la potencia máxima externa como una función de la duración del ejercicio, la potencia producida es limitada por la tasa a la cual la energía es suministrada o proporcionada (producción de ATP) por la contracción muscular (utilización de ATP). (Praagh, 2000<sup>649</sup>).

### **Suministro anaeróbico de ATP**

La potencia anaeróbica es el máximo ATP producido por segundo por el total del organismo durante un tipo de ejercicio máximo de corta duración (Green, 1994)<sup>650</sup>. La capacidad anaeróbica es la máxima cantidad de ATP resintetizada por el metabolismo anaeróbico (por el total del organismo) durante un tipo específico ejercicio máximo de corta duración.

### **Tasa o proporción del trabajo mecánico**

La medición del resultado de la potencia externa para estimar o reflejar el metabolismo anaeróbico es menos difícil que intentar cuantificar la producción de ATP usando sofisticados y normalmente altas tecnologías invasivas. La cantidad de energía obtenida por procesos anaeróbicos durante un ejercicio para la totalidad del cuerpo ya no puede ser medida directamente. No hay disponibles técnicas cuantitativas importantes de medición de la producción de energía anaeróbica desde el ATP o la glucólisis, probablemente porque no hay una relación lineal entre la energía anaeróbica gastada y la potencia (Saltin, 1990<sup>651</sup>; Sargeant, 1998<sup>652</sup>). Han sido realizados intensos en los adultos (Bangsbo et al., 1990<sup>653</sup>; Medbo et al., 1988<sup>654</sup>), en niños (Carlson y Naughton, 1992<sup>655</sup>; 1998<sup>656</sup>) para estimar la producción de ATP anaeróbica muscular usando el método del déficit de oxígeno acumulado. Sin embargo la validez de la regresión de la potencia del VO<sub>2</sub> para predecir las demandas de energía durante un ejercicio supra-máximo es todavía de debates (Green et al., 1996)<sup>657</sup>. Incluso, si durante un ejercicio de alta intensidad, el resultado de un rendimiento mecánico pueda ser medido con precisión, la interpretación de las implicaciones fisiológicas de estos resultados de estos trabajos presentan algunas dificultades (Van Praagh, E. (1997).<sup>658</sup>).

Los picos de la potencia anaeróbica aumentan entre un 110 % en niñas y un 180% en niños, y la fuerza de prensión manual entre un 150 % y 225 % en niñas y niños respectivamente (Praagh, 2000).

(Praagh, 2000) concluye que la cinética de la alta energía fosfática muscular durante un ejercicio supra-máximo son diferentes entre los niños

---

y los adultos. Niños prepúberes y adolescentes tiene una baja capacidad glicolítica que los adultos en ejercicio sostenido de alta intensidad. Adolescentes comparados con adultos no entrenados, el entrenamiento intensivo anaeróbico no mejorara su capacidad glicolítica durante el ejercicio. Esto sugiere de que están ocurriendo cambios hormonales a causa de adaptaciones neurológicas y la pubertad (por ej., mejoramiento de la coordinación motora) que son los más importantes contribuidores del mejoramiento de la condición anaeróbica durante el crecimiento.

Un estudio presentado por Diallo et al., (1999)<sup>659</sup>, mostró que el entrenamiento pliométrico de corta duración en niños de 12 años de edad aumentaba significativamente las diferentes performances de salto. Sin embargo estos datos son difíciles de interpretar, pues no se observó una hipertrofia muscular en esta edad, por lo tanto, se especula que los incrementos en la performance son debidos a factores neuronales (Sale, 1989<sup>660</sup>; Dawson et al., 1998<sup>661</sup>), reportaron los efectos de seis semanas de corta duración (<6 s) de entrenamiento de sprint sobre la performance, metabolismo muscular y el tipo de fibras (vasto lateral). Observaron un aumento significativo de alrededor del 10% en el porcentaje de fibras tipo II y el porcentaje del área ocupada por ellas. Este porcentaje de fibras tipo II fue correlacionado con el tiempo realizado en los 40 m ( $r = -0,82$ ). Éstas fibras están metabólicamente más preparadas para los esfuerzos de *sprint* en virtud de su contenido alto de miosina ATPasa que las fibras tipo I (Essen et al, 1993). También está claro que la performance de la potencia no se produce debido a las concentraciones de fosfágenos, pues estos permanecieron inalterados después del entrenamiento. Un aumento en el porcentaje de fibras musculares tipo II (con un correspondiente disminución del porcentaje de las fibras tipo I) después de seis semanas de entrenamiento de *sprint* (Jansson y et al., 1990<sup>662</sup>), y Esbojörnsson et al (1993)<sup>663</sup>. Andersen et al (1994)<sup>664</sup>, reporto hallazgos similares para atletas *sprinters* después de 12 semanas de entrenamiento de fuerza y carreras intervaladas. Todos estos estudios encontraron que el entrenamiento inducido incrementa mejor las fibras tipo IIa que las IIb.

**Tabla 18. Características de la velocidad a la edad de 8 a 15 años, según Viassow, 1971 en Grosser (1981, 88).**

	De 8 a 11 años	De 12 a 15 años
Incremento, condicionado por la edad:	Frecuencia del movimiento Velocidad de reacción	-
	-	Fuerza
Incremento de la velocidad de carrera condicionado por el nivel de desarrollo (no por el entrenamiento):	+ 1,16 m/segundo.	+ 0,51 m/segundo.
Consecuencia para el entrenamiento:	Ejercicios que favorecen un posible incremento de la frecuencia de movimiento por desarrollar: entrenamiento de la coordinación	El entrenamiento de la fuerza correspondiente a la edad, alcanza importancia paralelamente al entrenamiento de la coordinación

#### **Velocidad en movimientos cíclicos (coordinación rápida):**

Es la capacidad de realizar movimientos sucesivos en el menor tiempo y sin cansancio.

#### **Fuerza explosiva**

Es la capacidad de realizar todas las formas de movimiento en contra de una resistencia determinada en el menor tiempo.

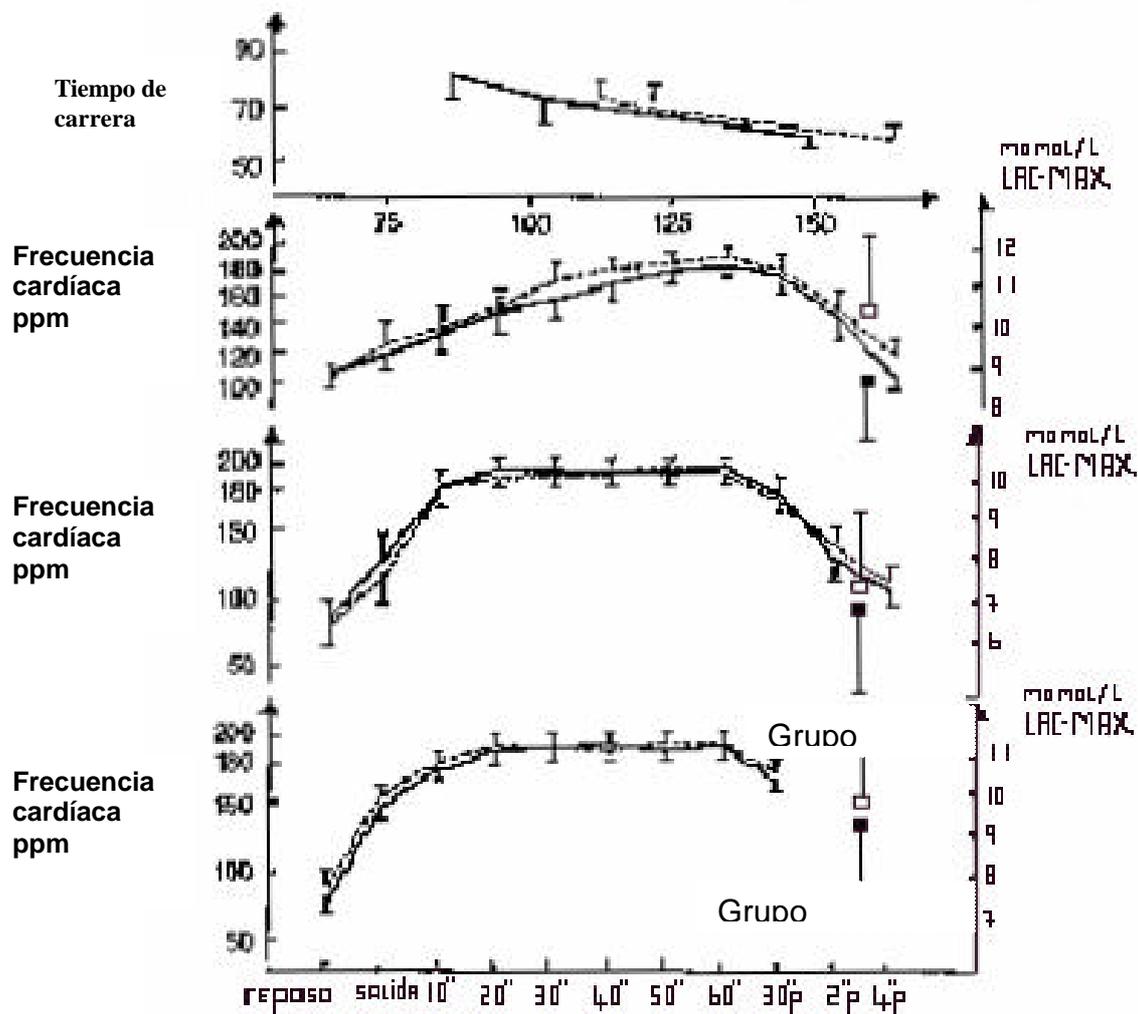
Los factores neurofisiológicos de la velocidad parecen estar determinados con mucha probabilidad genéticamente en un marco pequeño. Su formación se lleva a cabo muy temprano. Según Israel (1976), en el recién nacido el músculo esquelético se compone de elementos "lentos" repartidos bastante homogéneamente. La diferenciación se manifiesta con dos y tres años, produciéndose supuestamente una mayor formación de las fibras rápidas. Este desarrollo se puede estimular (Martín, 1982). Los niños pequeños se mueven aún con bastante lentitud, mejorando en la edad escolar la velocidad general y llegando a un primer máximo a la edad de 10 años (Tabla 18). A partir de este momento va aumentando claramente, en especial la velocidad de reacción.

---

A la edad de 7 a 9 años se observa una nítida mejora de la velocidad de acción (Köhler, 1977). Los movimientos acíclicos de años anteriores se completan hacia movimientos diferenciados; la frecuencia motriz mejora notablemente.

Al finalizar la infancia, entre los 11 y los 14 años, se produce una nueva mejora de la velocidad y se integran todos los factores en un conjunto.

En la edad escolar se pueden aplicar todos los tipos de ejercicios de velocidad. Los mayores incrementos se producen sobre todo en los campos de la fuerza explosiva: en el salto y en la capacidad del *sprint*. Pero todavía se debe seguir corriendo distancias cortas. Ejercicios para la velocidad de reacción en múltiples formas se pueden incluir dentro de la formación básica sicomotriz, pudiendo ser comprobada en muchas formas jugadas. No es aconsejable todavía, sobre todo para los no entrenados, entrenar la velocidad-resistencia, ya que aún no existen las posibilidades de recuperación óptima (Figura 26).



**Figura 26.** Capacidad anaeróbica infantil, no se produce mejora incrementando en un 50 % la capacidad máxima (según Keul, 1982, 41).

---

## La Fuerza

Se presentan algunos conceptos utilizados para definir la fuerza.

### **Concepto de fuerza**

“Force” es más referido a la tensión muscular (capacidad de los puentes cruzados de actina y miosina de producir fuerza), aunque también se utiliza para referirse a la fuerza como magnitud física. Otro término relacionado con la tensión es strain y el propio tensión.

Resistance (fuerza)= más referido al entrenamiento en sí, es decir, el entrenamiento con resistencias. Strength = fuerza.

Según Tous (1999, 17)<sup>665</sup>, en la literatura científica se pueden encontrar tantas definiciones como autores, lo cual provoca una gran controversia y que finalmente los practicantes de esta cualidad tengan un cierto rechazo a los hallazgos científicos al no entender ni siquiera a qué se refieren los investigadores cuando nombran la palabra fuerza (Enoka, 1988)<sup>666</sup>. La diferencia entre fuerza como magnitud física y fuerza como presupuesto para la ejecución de gestos deportivos. En el primer caso es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo. En el segundo caso aportamos a continuación diversas definiciones que no son equiparables al concepto físico, de ahí que para Harre y Hauptmann (1994)<sup>667</sup>, sea más recomendable utilizar en el entrenamiento deportivo el término capacidad de fuerza, que podría substituirse por el de fuerza muscular.

Wilmore y Costill, (1999)<sup>668</sup> y otras publicaciones científicas como Abernethy et al., (1997)<sup>669</sup>, definen la fuerza como la máxima tensión que un músculo o grupo muscular puede generar. Según Tous (1999, 17), esta definición hace referencia a un sólo tipo de tensión en concreto, de carácter máximo, que después denomina fuerza máxima, pero no especifica en qué condiciones y que pasaría con las tensiones menores.

Kroemer (1999)<sup>670</sup>, define la fuerza muscular como la capacidad de un músculo de generar y transmitir tensión en la dirección de sus fibras.

Diferencia la fuerza corporal como la capacidad de aplicar tensión o momento a través de un segmento corporal (como la mano o el pie) a un objeto.

Definiciones orientadas hacia el entrenamiento deportivo, como la de Siff y Verkhoshansky (1996)<sup>671</sup>, la fuerza es la capacidad de un músculo o grupo de músculos de generar tensión muscular bajo condiciones específicas. Parecidas definiciones ofrecen Harman (1993)<sup>672</sup> y Knutgen y Kraemer (1987)<sup>673</sup>; incluyen el concepto de máxima tensión, generada a una velocidad determinada. La aproximación de Siff y Verkhoshansky, el concepto de fuerza es el más acertado, pues según Weineck (1988)<sup>674</sup>, dicha aproximación entraña una gran dificultad debido a la propia complejidad de las distintas modalidades de fuerza, trabajo muscular, contracción muscular, entre otras, que quedan reflejadas bajo la acepción condiciones específicas. Al no especificar el grado o magnitud de la tensión muscular permite englobar el amplio abanico de posibilidades existente. González Badillo y Gorostiaga (1995)<sup>675</sup>, la definen como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse a, como se entiende habitualmente, al contraerse, por lo que obvian las condiciones en que ocurre esa tensión muscular.

Kuznetsov (1989)<sup>676</sup>, Ehlenz et al (1990)<sup>677</sup>, Manno (1991)<sup>678</sup>, Harre y Hauptmann (1994), Zatsiorsky (1995)<sup>679</sup>, o Hartman y Tünnemann (1996)<sup>680</sup>, la definen como la capacidad de vencer u oponerse ante una resistencia externa mediante tensión muscular, que viene a sustituir a otra más clásica de autores como Bompa (1983)<sup>681</sup> que la define como la capacidad neuromuscular de vencer una resistencia externa e interna. Esta última definición olvida el hecho de que, como ocurre ante resistencias supramáximas (acción muscular excéntrica en régimen de trabajo resistente), podemos no vencer una resistencia externa y generar una tensión muscular máxima.

Para Grosser y Müller (1989)<sup>682</sup>, es la capacidad del sistema neuromuscular de superar resistencias a través de la actividad muscular

---

(trabajo concéntrico), de actuar en contra de las mismas (trabajo excéntrico) o bien de mantenerlas (trabajo isométrico).

Para Hahn (1988), fuerza es la capacidad del ser humano de superar o de actuar en contra de una resistencia exterior basándose en los procesos nerviosos y metabólicos de la musculatura. Los músculos pueden desarrollar fuerzas sin modificar su longitud (comportamiento estático), acortándola (comportamiento dinámico de superación) y alargándola (comportamiento dinámico de ceder).

- Fuerza máxima (fuerza absoluta), la máxima fuerza posible que puede desarrollar la musculatura.
- Fuerza explosiva, como capacidad de actuar contra resistencias con una velocidad elevada de reacción.
- Fuerza rápida, como la repetición de acciones de fuerza (resistencia muscular)

El trabajo dinámico de fuerza se basa en ejercicios excéntricos (de estiramiento) y concéntricos (de acortamiento), mientras el trabajo estático se basa en ejercicios isométricos (con tensión elevada) de la musculación. Según Hettinger (1972)<sup>683</sup>, la fuerza se incrementó después de los 13/14 años, observándose diferencias, según el sexo, a los 11 años. Una entrenabilidad ventajosa se establece probablemente al alcanzar un nivel suficiente de testosterona en las células. Eso vale para ambos sexos. Antes de los 10 años, el rendimiento de fuerza de los niños apenas se puede mejorar mediante un entrenamiento específico para la fuerza; únicamente se puede alcanzar una mejora de la coordinación de los potenciales musculares existentes, ya que a esa edad apenas se puede aumentar el diámetro de las fibras musculares (Liesen y Hollmann, 1977). Si la actividad lúdica y las exigencias motrices contienen partes de fuerza, ya en edad relativamente temprana se pueden desarrollar mejoras notorias de las condiciones de fuerza (Lewin, 1967).

Una formación mixta entre coordinación y fuerza también se aconseja después de los 10 años para crear una base óptima para el entrenamiento en la pubertad cuando la fuerza se puede aumentar extraordinariamente. A pesar de que la fuerza máxima está poco formada a los 10 y 11 años, la fuerza dinámica se puede desarrollar bien mediante múltiples ejercicios. Las exigencias de trepar, lanzar, saltar, y las habilidades gimnásticas, ofrecen motivación suficiente para animar a los niños a colaborar.

Sin embargo, hay que rechazar los ejercicios puros de fuerza (por ejemplo con pesas grandes), prevaleciendo los ejercicios variados dinámicos con realización técnicamente exacta. En estos ejercicios, el aparato motor pasivo, especialmente la columna vertebral, ha de quedar descargado. En ejercicios por encima de la cabeza, pueden producir daños irreversibles, y el entrenamiento con pesas sólo se debe iniciar una vez que la columna vertebral haya madurado.

### ***Desarrollo de la fuerza muscular en niños y adolescentes***

La fuerza de prensión manual aumenta entre un 150 % y un 225 % en niñas y niños respectivamente (Praagh, 2000; Beunen y Thomis, 2000)<sup>684</sup>.

Beunen y Thomis (2000), concluyen que las características de la fuerza sigue en general el tipo de curva de crecimiento observadas en la mayoría de las dimensiones corporales. En niños hay un claro estirón en el crecimiento que es observado de tres meses a un año después de la edad para la velocidad pico de la altura (PHV) para la fuerza explosiva y estática y la resistencia muscular de los miembros superiores. En las niñas en la época del estirón es menos pronunciada la fuerza estática. Tanto en niños pre como adolescentes de ambos sexos la madurez biológica está positivamente asociada con la fuerza estática. En adolescentes de 13 años en adelante, tanto la fuerza explosiva como la resistencia muscular de los miembros superiores e inferiores están positivamente asociadas con la madurez biológica incluso después de controlar la variación de la edad cronológica, la estatura y la masa

---

corporal. Además en adolescentes, la interacción entre la estatura, la masa corporal y la madurez biológica explican las proporciones significantes de la variación en la fuerza. En preadolescentes, la masa corporal y la estatura son mas importantes predictores que las interacciones. Durante el crecimiento, los componentes de la fuerza están bajo un fuerte control genético con evidencia por la dominancia y reducida transmisión genética de una generación a la próxima. Los ganos de fuerza después de un programa de entrenamiento de peso solamente están parcialmente determinados genéticamente. Durante la niñez y la adolescencia, el rastreo de los coeficientes para la fuerza son bajos a moderadamente altos y tienden a disminuir con el aumento del intervalo de tiempo. Los coeficientes sin embargo, muestran una considerable variación entre los niveles de la edad considerados y entre los diferentes estudios.

La fuerza muscular es un importante componente esencial de la condición física para la ejecución de una variedad de actividades diarias y deportes a través del periodo de la vida. Varios indicadores de la fuerza han sido utilizados, mas en el contexto de los estudios epidemiológicos del desarrollo y el crecimiento, los siguientes factores de la fuerza son considerados: la fuerza estática e isométrica, la fuerza dinámica, y la explosiva o potencia.

- La fuerza estática o isométrica es la máxima fuerza voluntaria producida contra una resistencia externa inamovible sin cambios en la longitud del músculo.
- La fuerza explosiva o potencia es la capacidad del músculo para descargar fuerza en el menor tiempo posible. Fuera del laboratorio, las tareas de salto son fecuentemente usadas como indicadores de esta capacidad.
- La fuerza dinámica (algunas veces llamada fuerza funcional en el contexto de los estudios de la condición física) es la fuerza generada por contracciones repetitivas del músculo, esto está

estrechamente unido a la resistencia muscular, la cual es la capacidad para mantener o repetir contracciones musculares en un determinado tiempo.

Test de campo o resistencia muscular o fuerza dinámica incluye empujones saltos, arranques o jalones, sentadillas, flexiones y extensiones de brazos y piernas.

### ***Entrenamiento de fuerza para niños y adolescentes***

La postura de la Sociedad de Medicina Deportiva de Israel (1999), en un reporte de la Federación de Medicina del Deporte de España, donde analizan el aumento de la popularidad, en años recientes, de los clubes de salud y salas de pesas entre una población más joven ha generado interés por los beneficios y riesgos de tal participación en este segmento de la población. Aunque están bien documentados los beneficios del entrenamiento con cargas en la comunidad adulta, el tema del entrenamiento de fuerza en niños se ha estudiado mucho menos. Durante muchos años no se recomendaba este entrenamiento para deportistas jóvenes porque se consideraba que no era productivo ni seguro (Kirsetn, 1963<sup>685</sup>; Vrigens, 1978<sup>686</sup>). La preocupación por el aumento del riesgo de lesiones esqueléticas y por los posibles efectos sobre el crecimiento del músculo esquelético había suscitado interrogantes sobre los beneficios del entrenamiento de fuerza en niños y adolescentes. El propósito de esta toma de posición es aportar una información con base científica para la comunidad de la preparación física, incluidos tanto los padres como los niños, sobre el uso del entrenamiento de fuerza en niños de edad pre y pospuberal.

#### **Mejoría de la fuerza**

En las primeras investigaciones sobre los efectos del entrenamiento con cargas en niños de edad prepuberal no se comunicaron mejorías importantes de la fuerza muscular. Sin embargo, en estos estudios existieron varios problemas metodológicos en relación con la prescripción del ejercicio y con el protocolo de ensayo empleado para valorar el

---

programa de entrenamiento. En concreto, estos estudios utilizaron bajas intensidades de entrenamiento y evaluaron un programa de ejercicios dinámico mediante pruebas isométricas.

En estudios posteriores en los que se analizó el rendimiento de fuerza de niños, después de la participación en un programa de entrenamiento de la resistencia, se ha sugerido que cuando se incorpora un programa apropiado de ejercicio con una supervisión adecuada, pueden lograrse mejorías importantes de la fuerza sin lesiones esqueléticas. En otros estudios se han comunicado también mejorías significativas de la fuerza (5 %-40%) tanto en niños como en adolescentes que entrenaban 2-3 veces a la semana siguiendo protocolos isotónicos, isocinéticos o isométricos (Blanksby y Gregor, 1981<sup>687</sup>; Ozmun, Mikcsky y Surburg, 1994<sup>688</sup>; Servedio, Bartels y Hamlin, 1985<sup>689</sup>; Sewell y Micheli, 1986<sup>690</sup>; Weltman et al., 1986)<sup>691</sup>. Parece que los niños responden de forma similar a los adultos a los cambios en las variables agudas de los programas (p. ej., intensidad, volumen y frecuencia de entrenamiento). Además, la mejoría de la fuerza muscular depende también de la experiencia en el entrenamiento de la resistencia del niño. Los niños que son levantadores novatos obtendrán mayores ganancias de fuerza que los niños con entrenamiento previo de la resistencia (debido a un efecto de aprendizaje). En las comparaciones entre las respuestas al entrenamiento de niños y adultos, se observa un mayor aumento absoluto de la fuerza en los adultos. Sin embargo, los aumentos relativos de la fuerza (cambio porcentual respecto al nivel inicial) parecen ser mayores en niños.

### **Adaptaciones musculares y neurales**

La interacción entre las adaptaciones neurales y la hipertrofia muscular es el mecanismo subyacente de la mejoría de la fuerza en los adultos. En una población prepuberal, se cree que la hipertrofia muscular no es el factor principal para la mejoría de la fuerza muscular. Esto se ha demostrado en varias investigaciones en las que no se comunicaron en niños cambios del área transversal del músculo después de

entrenamientos de resistencias. Aunque en otros estudios se han comunicado ligeros aumentos del área transversal del músculo después de programas de entrenamiento de resistencia comúnmente se piensa que la mejoría de la fuerza en los niños se relaciona más con adaptaciones de factores neurales que con cambios en la hipertrofia muscular.

Las adaptaciones neurales pueden ser aumento de la activación de la unidad motora, aumento de la sincronización de la unidad motora y un aumento del potencial evocado de sacudida. La falta de una respuesta de hipertrofia muscular importante al entrenamiento de resistencia en niños prepuberales puede estar relacionada con la influencia hormonal sobre el tejido muscular. Los aumentos de la secreción de testosterona son consecuencia del desarrollo genital en los varones, que se produce durante la pubertad y a menudo se asocia al aumento de la masa corporal magra (Kramer et al., 1987<sup>692</sup>; Lowry, 1973)<sup>693</sup>. Se cree que la hormona del crecimiento y los factores de crecimiento insulinoides son los principales estímulos endocrinos para el desarrollo muscular en mujeres

### **Rendimiento deportivo y prevención de lesiones**

Uno de los principales objetivos de un programa de entrenamiento de resistencia para deportistas maduros es mejorar el rendimiento deportivo. Considerando los requisitos intensos y físicamente exigentes a que se someten los niños que practican diversos deportes, parece que el entrenamiento de fuerza sería beneficioso para mejorar el rendimiento deportivo. Sin embargo, en muy pocos estudios se ha examinado el efecto del entrenamiento de fuerza sobre la mejoría del rendimiento deportivo en niños. En un estudio inicial de Ainsworth (19)<sup>694</sup>, no se encontró una diferencia significativa en la velocidad de natación después de un programa de entrenamiento isométrico. Sin embargo, en un estudio posterior de Blanksby y Gregor (1981)<sup>695</sup>, se demostró una mejoría significativa de la velocidad de natación después de un programa de entrenamiento de fuerza. El contraste entre estos estudios destaca la

---

importancia de una prescripción adecuada del ejercicio. Para optimizar el "traslado" de la mejoría de la fuerza desde la sala de pesas al terreno deportivo, los programas de entrenamiento deben incorporar movimientos que sean similares a los empleados por el joven deportista en el campo o en la cancha.

Se han utilizado pruebas del rendimiento motor como medida del efecto del entrenamiento de resistencia sobre el rendimiento deportivo. Se han observado mejorías significativas en el salto vertical (Mc Govern, 1994)<sup>696</sup>; Neilsen et al., 1980<sup>697</sup>), al salto de longitud en bipedestación y el número de flexiones realizadas (Falk y Mor)<sup>698</sup>, después de programas de entrenamiento de 5 -14 semanas en niños tanto pre como pospuberales. Sin embargo, hay varios estudios en los que no se comunicaron mejoras significativas en las pruebas del rendimiento motor (Faigenbaum et al., 1993<sup>699</sup>; Hetzler et al., 1994<sup>700</sup>), ni en medidas de la potencia anaerobia (Doeherty, Wenger y Collins, 1987)<sup>701</sup>. Estos resultados contradictorios podrían estar en relación con diferencias en la prescripción de ejercicio o en la familiaridad del sujeto con el protocolo de prueba.

Se ha sugerido que el entrenamiento de fuerza tiene un papel en la prevención de lesiones, que se observa generalmente por disminución en la tasa de lesiones, en la gravedad de las lesiones o en el dolor articular. Además, este entrenamiento parece reducir el tiempo de rehabilitación desde la lesión. Las investigaciones científicas en las que se ha examinado la relación o los mecanismos del entrenamiento de resistencia y la prevención de las lesiones son muy limitadas. Sin embargo, se piensa que la mejoría de la fuerza del tejido conjuntivo podría contribuir a una reducción de la tasa de lesiones en individuos entrenados para resistencia

### **Aspectos de seguridad**

Los programas de entrenamiento de fuerza que se realizan sin una supervisión adecuada aumentan el riesgo de lesiones músculo - esqueléticas tanto en niños como en adolescentes. El entrenamiento sin supervisión puede aumentar la probabilidad de fracturas de la placa

epifisaria, rotura de discos herniarios y lesiones lumbares (Doeherty, Wenger y Collins, 1987). Durante los programas de entrenamiento supervisado, la incidencia de lesiones de tejidos blandos no parece ser mayor durante el entrenamiento de resistencia que en cualquier otro deporte. Aunque se ha sugerido que las lesiones lumbares son prevalentes entre los levantadores de peso de competición, en investigaciones recientes en Inglaterra se ha comunicado que la frecuencia de lesiones en los levantadores de peso de competición es menor que en la mayoría de las demás especialidades deportivas (Hamill, 1994)<sup>702</sup>. No hay pruebas científicas en la literatura en que se comunique un mayor riesgo de lesiones músculo-esqueléticas en niños o adolescentes que participen en un programa de entrenamiento de resistencia, en comparación con otras actividades físicas.

Las lesiones de la placa de crecimiento epifisaria son una causa de preocupación importante en el entrenamiento de fuerza en los niños. Durante un período de 20 años de lesiones epifisarias relacionadas con el deporte, sólo se han comunicado 85 casos (Wilkins, 1980)<sup>703</sup>. Sin embargo, ninguna de estas lesiones se relacionó con la participación en un programa de entrenamiento de fuerza. Este tipo de lesión suele ser raro durante la actividad física, y se ve con más frecuencia en adolescentes que en niños. Se ha sugerido que la placa de crecimiento epifisaria es capaz de soportar mucha más actividad en los niños de lo que se pensaba habitualmente. Se cree que aumenta el potencial de lesión de la placa epifisaria, como consecuencia de un programa de entrenamiento, que está relacionado con una técnica incorrecta, una prescripción inadecuada del ejercicio o movimientos balísticos. Además, en el raro caso de una lesión de la placa epifisaria relacionada con el deporte, no se observó un efecto negativo sobre el crecimiento (Caine, 1990)<sup>704</sup>. Esto está relacionado aparentemente con la localización de la lesión, que suele producirse en la epífisis distal del radio. Aunque parece que el entrenamiento de fuerza no aumenta la probabilidad de lesiones esqueléticas o relacionadas con el crecimiento en niños o adolescentes,

---

puede estar justificada una mayor investigación para analizar el efecto longitudinal del entrenamiento de fuerza en la placa epifisiaria en esta población.

### ***Algunas conclusiones y recomendaciones***

Las pruebas disponibles sugieren que el entrenamiento de fuerza puede producir mejorías significativas de la fuerza tanto en niños como en adolescentes, y que los programas de este tipo pueden realizarse de forma segura si se respetan varios aspectos importantes de seguridad.

1. No debe iniciarse ningún programa de este tipo sin la supervisión adecuada de un profesional acreditado en el campo de fuerza y preparación física.
2. Debe enseñarse al niño la técnica adecuada para cada ejercicio.
3. El equipo utilizado para los ejercicios debe ser seguro y adecuado para el tamaño del niño.
4. Deben evitarse intensidades de entrenamiento altas, y no deben realizarse intensidades máximas antes de que el niño llegue a los 16 años de edad o al estadio 5 de Tanner (1967)<sup>705</sup>.
5. Todas las progresiones de la intensidad del entrenamiento deben hacerse muy gradualmente.
6. El entrenamiento de fuerza debe usarse como forma suplementaria de actividad física, y no en sustitución de la actividad normal del niño.
7. Los programas de entrenamiento de fuerza deben diseñarse para satisfacer las necesidades del deporte concreto practicado por el niño o el adolescente.
8. Todos los ejercicios deben realizarse en toda la amplitud de movimiento de cada músculo de manera controlada.

9. Deben evitarse los movimientos rápidos, súbitos y balísticos durante el ejercicio.

10. Deben realizarse ejercicios de calentamiento antes de toda las sesiones de entrenamiento, y ejercicios de flexibilidad y enfriamiento después de ellas.