

Shephard, R.J. **Effectiveness of training programmes for prepubescent children.** Sports Medicine. 13(3):194-213. (1992).

Sprynarova, S., Parizkova, J., Bunc, V. **Relationships between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years.** European Journal Applied Physiology. 56:725-736. (1987).

Turley, KR., Wilmore, JH. **Cardiovascular responses to submaximal exercise in 7 to 9 year old boys and girls.** Medicine Science Sports Exercise. 29:824-832. (1997).

Van Eynden, B., Vienne, D., Vuylsteke-Wauters, M., Van Gerven, D. **Aerobic power and pubertal peak height velocity in Belgian boys.** European Journal Applied Physiology. 57:430-434. (1988).

Volkov, V.M. y Filin, V.P. **Selección deportiva.** Moscú. Ed. Ráduga. (1989).

Wasserman, K., Van Kesel, AL., Burton, GG. **Interaction of physiological mechanism during exercise.** Journal Applied Physiol. 22:71-85. (1967).

Weineck, J. **Fútbol total. Entrenamiento Físico del Futbolista.** Barcelona. Paidotribo. Vol.-I y II. (1994).

Wells, C.L. **The effects of physical activity on cardiorespiratory fitness in Children.** En Effects of physical activity in children. American Academy of P.E. papers. 19: 114-126. (1985).

Weymans, M., Reybrouk, T., Stijns, H., Knops, J. **Influence of age and sex on the ventilatory anaerobic threshold in children.** En Children and Exercise XI. Champaign (IL). Human Kinetics. 114-118. (1985).

Williams, JR., Armstrong, N. **La influencia de la edad y la maduración sexual en la respuesta del ácido láctico al ejercicio en niños.** Actualización en Ciencias del Deporte. 2(5) 37-43. (1994).

Williams, JR., Armstrong, N., Kirby, BJ. **The 4 mmol blood lactate level as an index of exercise performance in 11-13 year old children.** Journal Sport Science. 8:139-147. (1990).

Wirth, A., Träger, E., Scheele, K. **Cardiopulmonary adjustment and metabolic response to maximal and submaximal physical exercise of boys and girls at different stages of maturity.** European Journal Applied Physiology. 39:229-240. (1978).

"El entrenamiento deportivo en la infancia y adolescencia" 1998
Escuela Superior de Deportes

2,

Entrenamiento de la fuerza en niños

Juan Manuel García Manso

E

l incremento de la fuerza muscular a través del entrenamiento deportivo es un aspecto frecuentemente tratado en los adultos, pero no ocurre igual en el campo del entrenamiento con menores. Hoy en día son muy numerosas las controversias relacionadas con este tipo de trabajo en la edad infantil y juvenil, especialmente en lo que se refiere al entrenamiento con sobrecargas.

Varios han sido los organismos relacionados con la salud y la actividad física en estas edades que han dado su opinión sobre este tema. Como muestra y dada su importancia, no está de más recordar lo que en este sentido aconseja la *Academia Americana de Pediatría* (1983):

a) Los niños en edad prepuberal (estadios 1 y 2 de pelo púbico) no presentan aumentos significativos de la masa muscular por efecto del entrenamiento de fuerza, motivado por el bajo nivel de los andrógenos circulantes en estas edades.

b) Los máximos beneficios obtenidos por el entrenamiento con cargas se logran a partir de la etapa postpuberal, siendo mínimos los que se logran en la etapa prepuberal.

c) El entrenamiento con cargas elevadas presenta un alto riesgo de lesión.

Aún son más duros los comentarios que, de forma habitual, se escuchan sobre este tema. Así, no es extraño oír cosas como:

- La fuerza es una cualidad muscular no entrenable antes de la pubertad.
- El entrenamiento de fuerza disminuye la flexibilidad articular.
- El entrenamiento de fuerza interfiere el crecimiento infantil.
- El entrenamiento con cargas es causa de la mayoría de las lesiones.
- El entrenamiento de la fuerza afecta negativamente al corazón del niño.

Muchos de los que se oponen al entrenamiento de fuerza antes de la pubertad suelen citar el estudio realizado por Vrijens (1978). Por esta razón, considero que no está de más dar los resultados de su investigación.

Vrijens estudia el entrenamiento de la fuerza en dos grupos de niños; uno en edad prepuberal (edad 10.5; n=16) y otro de adolescentes (edad 16,8; n=12). Los dos grupos fueron entrenados durante 8 semanas, mediante un entrenamiento en circuito de 8 estaciones y 8-12 repeticiones por ejercicio. Los controles de fuerza se realizaron mediante mediciones isométricas, lo que no deja de ser una paradoja metodológica. El grupo de los más jóvenes sólo presentó modificaciones significativas de la fuerza en los músculos del abdomen y de la espalda. En el resto de grupos musculares testados apenas se produjeron modificaciones. En el grupo de mayores, se encontraron mejoras significativas en todos los grupos musculares.

Tabla 102. Efecto del entrenamiento de fuerza en niños.

GRUPO MUSCULAR	PREPUBERES	ADOLESCENTES
FLEXORES BRAZOS	-0.1	-0.4**
EXTENSORES BRAZOS	0.1	-0.5*
EXTENSORES PIERNAS	-0.2	-0.9**
FLEXORES PIERNAS	0.0	-0.7***
ABDOMEN	-0.6**	-1.1**
ESPALDA	+1.8***	-1.9**

*p .05; **p .02; ***p .01

Fuente: Vrijens (1978).

Pero estudios como el ya señalado de Vrijens u otros como los de Docherty (1987) o Siegel (1988) presentan algunos aspectos que hacen pensar en errores de tipo protocolario que impiden

abordar el tema que se proponían con la adecuada objetividad. El empleo de cargas de baja intensidad o el corto período de tiempo en el que desarrollan el trabajo, hacen plantear dudas sobre la eficacia de su trabajo.

Por el contrario, la *National Strength and Conditioning Association* (1985) mantiene opiniones totalmente encontradas a las anteriormente mencionadas, afirmando lo siguiente:

a) Los chicos en edad prepuberal muestran ganancias de fuerza muscular con el entrenamiento de fuerza.

b) Estas ganancias, siempre que se deban a un entrenamiento apropiado, eliminan los riesgos de lesión derivados de la práctica de determinadas modalidades deportivas.

c) El entrenamiento de fuerza produce beneficios psicológicos como mejora de la propia imagen y aumento de la propia autoestima.

En este sentido, es necesario recordar el estudio realizado por Weltmann et al. (1986). Weltmann examinó el efecto del entrenamiento de fuerza en 16 sujetos prepúberes, que fueron entrenados 3 días por semana, durante 14 semanas, en una máquina Hydra-Fitness. El método de trabajo fue el de circuito de 30" de trabajo con 30" de descanso. El análisis estadístico de los resultados demostró que se producían modificaciones significativas de la fuerza después del período de entrenamiento, a pesar de ser sujetos prepúberes y con bajos niveles de testosterona (menos de 20 ng/dL).

Variaciones de la fuerza isocinética (julios) en niños prepúberes

Movimiento-Rodilla	ROM	EXPERIMENTAL			CONTROL		
		Pre	Post	Dif. (%)	Pre	Post	Dif. (%)
Flex.-30°/s	110°	19.5	24.1	+23.6	21.1	20.9	-1.0
Flex.-90°/s	110°	16.2	19.6	+21.0	18.1	17.1	-5.5
Ext.-30°/s	90°	26.9	33.5	+24.5	38.5	38.4	-0.3
Ext.-90°/s	90°	23.6	28.0	+18.6	31.0	32.5	+4.8
Movimiento-Codo	ROM	Pre	Post	Dif. (%)	Pre	Post	Dif. (%)
Flex.-30°/s	90°	11.3	14.6	+29.2	9.6	9.5	-1.0
Flex.-90°/s	90°	10.1	13.8	+36.6	8.5	9.0	+5.9
Ext.-30°/s	90°	11.5	15.2	+32.1	11.7	13.4	+14.5
Ext.-90°/s	90°	11.2	13.3	+18.5	9.6	11.0	14.6

Por otra parte, Sewal y Micheli (1986) también encontraron que el entrenamiento de fuerza realizado antes de la eclosión hormonal que caracteriza a la pubertad resulta eficaz en contra de las opiniones opuestas que sobre el tema existen. Con este fin, los autores estudiaron el efecto del trabajo de fuerza en niños de 10-11 años (8 niños y 2 niñas, 9 correspondientes al primer estadio de Tanner y al segundo estadio) frente a un grupo control de similares características. El protocolo utilizado consistía en hacer para cada ejercicio (press de brazos, piernas y remo), ejecutado en una máquina Nautilus, tres series. En la primera se ejecutaban 10 repeticiones al 50% (10 RM), en la segunda 10 repeticiones al 80% (10 RM), mientras que en la tercera se hacía el límite de repeticiones con el 100% (10 RM). Las sesiones de entrenamiento se hicieron 3 días por semana durante 9 semanas. Los resultados que se obtuvieron quedan reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 103. Porcentajes de mejora de la fuerza en los grupos experimental y de control

Grupo muscular	Extensores Rodilla	Flexores Rodilla	Flexores Hombro	Extensores Hombro	Media Grupo
Grupo Fuerza	30.3	12.6	95.8*	32.9	42.9
Grupo Control	12.3	12.1	17.9	-4.9	9.5

* p < 0.05

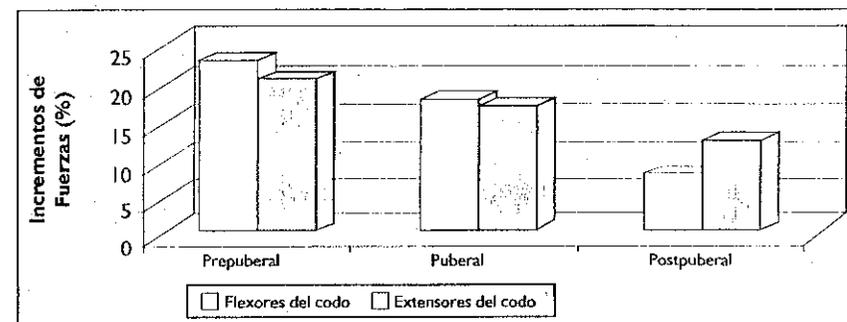
Otros trabajos en los que se emplean protocolos más prolongados o la intensidad o el volumen eran medios o altos, la eficacia del trabajo de fuerza queda demostrada (Wescott-1979; Blanksby-1981; Blimkie-1989; Pfeifer-1986; Sewal-1986; etc.).

Autor	Método	Edad	Sexo	Duración	Incremento?
Vrijens (1978)	Pesas	10.4	M	8	NO
Nielsen et al. (1980)	Isometría	7-19	F	5	SI
Clarke et al. (1984)	Lucha	7-9	M	12	SI
McGovern (1984)	Pesas	??	M y F	12	SI
Servedio et al. (1985)	Pesas	11.9	M	8	SI
Pfeiffer y Francis (1986)	Pesas	8-11	M	8	SI
Sewal y Micheli (1986)	Pesas	10-11	M y F	9	SI
Weltman et al. (1986)	??	6-11	M	14	SI
Siegel et al. (1988)	Hidráulica	8.4	M y F	12	SI

Fuente: Sade (1989)

Ante la pregunta de si el entrenamiento de fuerza resulta eficaz durante la infancia o la juventud, debemos contestar de forma inequívoca que, si la intensidad y el volumen de la carga son lo suficientemente intensos y la duración del entrenamiento lo suficientemente prolongada, el

efecto será siempre positivo y se alcanzarán ganancias en esta cualidad. En cualquier caso, es lógico pensar que la edad puberal resulta más idónea para entrenar la fuerza que la infancia. Sin embargo, algunos estudios no confirman esta hipótesis, como es el caso del trabajo de Pfeiffer y Francis (1986), quienes encontraron que los niños de edad prepuberal (10.3 a.) conseguían mayores porcentajes de incremento de la fuerza que los que se encontraban en la edad puberal (13.1 a.) o que sujetos en edad postpuberal (19.8 a.), después de entrenar durante 8 semanas (3 días/semana) nueve ejercicios (3 x 50-75 y 100% x 10RM).



Fuente: Pfeiffer y Francis (1986)

La respuesta ante este comportamiento debemos encontrarla en el potencial de entrenamiento de la carga empleada, la cual es intensa para los niños en edad prepuberal, pero de media intensidad para los de edad postpuberal.

Ahora quedaría preguntarse si esta cualidad es igual de entrenable en los niños que en los adultos. Todo parece indicar que los jóvenes son menos entrenables si aceptamos que las ganancias absolutas de fuerza que el entrenamiento puede producir menores, especialmente durante la infancia, pero es igual si no más eficaz en términos relativos de ganancia de fuerza sobre todo si comparamos a niños con adolescentes. En cualquier caso, hoy por hoy, no podemos llegar a conclusiones definitivas en este punto al tener que considerarse también un parámetro tan importante como la maduración.

Los trabajos de Westcott (1979) muestran mayores ganancias en valores absolutos y relativos en la fuerza de press de banca de las niñas preadolescentes que en las mujeres adolescentes o adultas que participaron en su estudio.

Sailors (1987) comparó las ganancias absolutas y relativas en dos grupos de 12.6 y 24.0 años respectivamente, encontrando poca mejora en valores absolutos de fuerza en squat, press de banca y curl de brazos, pero por el contrario observó importantes mejoras en la fuerza relativa de squat (52 vs 35%).

Todo parece indicar que el trabajo de fuerza realizado durante la infancia y la etapa prepuberal no depende significativamente de los niveles de hipertrofia, aunque en la actualidad algunas investigaciones nos abren la posibilidad de que entrenamientos de fuerza lleven a aumentos de la masa muscular durante la preadolescencia.

Mersch y Stoboy (1987), en un estudio de 10 semanas de entrenamiento isométrico en dos gemelos monocigóticos, encontraron incrementos entre un 4-9% de área de la sección transversal del cuádriceps determinados por resonancia magnética nuclear, los cuales iban acompañados con mejoras de fuerza de un 38%. No obstante, vemos que las ganancias en tamaño no se corresponden con las ganancias en fuerza, por lo que tenemos que pensar en otros factores que causen estos mayores niveles de rendimiento.

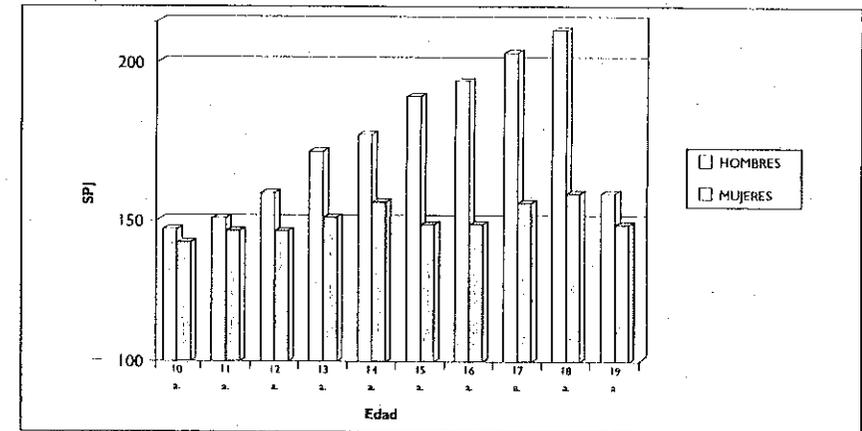
Las adaptaciones neurológicas durante el entrenamiento son una de estas causas. Ramsay (1990) encontró mejoras en la activación de unidades motrices de extensores de las rodillas y flexores del codo (9% y 12% respectivamente) después de 10 semanas de entrenamiento. Davies (1985) comprobó en niños y jóvenes que la fuerza máxima voluntaria se podía aumentar dos veces (mujeres) y dos veces y media (hombres), cuando el músculo era estimulado con una corriente de 20 Hz de frecuencia.

Más recientemente, Ozmun (1991) encontró incrementos del 16.8 % de la respuesta electromiográfica integrada de los flexores del codo, que fueron acompañados de una mejora del 27.8 % de la fuerza isométrica máxima. Pero, como podemos ver, la magnitud de los cambios neuromusculares es por lo general más pequeña que las ganancias observadas en la fuerza, por lo que tenemos que pensar hay otros factores más que determinen esas ganancias.

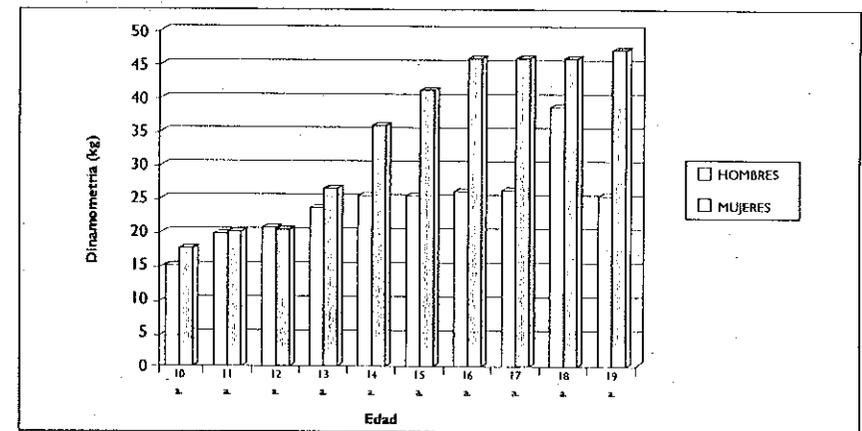
Autor	Edad	Sexo	Programa	Tipo Entrenamiento	Mejora
Ban-Pillarella (1995)	11-15	M-F	10 sem./3 d/s	Acrobico e Isotónico	20%
Blanksby y Gregor (1981)	10-14	M-F	3 sem. (3x8-12 RM)	Isotónico	10-12%
Clarke et al. (1984)	7-9	M	12 sem. (90')	Lucha	17-43%
Duffner (1984)	7-9	M-F	4 sem.	--	24-47%
Faingenbaum et al. (1993)	10-8	M-F	8 sem. (3x10-15x50-100%)	Isometric	74.3%
Faingenbaum et al. (1995)	7-12	M-F	8 sem. 2 d/s (2-3x6-8x6 RM)	Isotónico	41-53%
Mersch y Stoboy (1987)			10 sem.	Isométrico	38%

EDAD vs FUERZA.

Tanto en niños como en niñas, la fuerza aumenta de forma progresiva con la edad. Normalmente, hasta la edad prepuberal, los niveles de fuerza no varían de forma significativa entre ambos sexos, tal y como demuestran la mayor parte de los estudios realizados sobre el tema y que se manifiestan entre los niños de esa edad de la población infantil y juvenil de la isla de Gran Canaria. Es a partir de los 12 años, para la fuerza explosiva, o 13 años para la fuerza máxima dinámica, cuando se produce la diferenciación de fuerza entre ambos sexos.

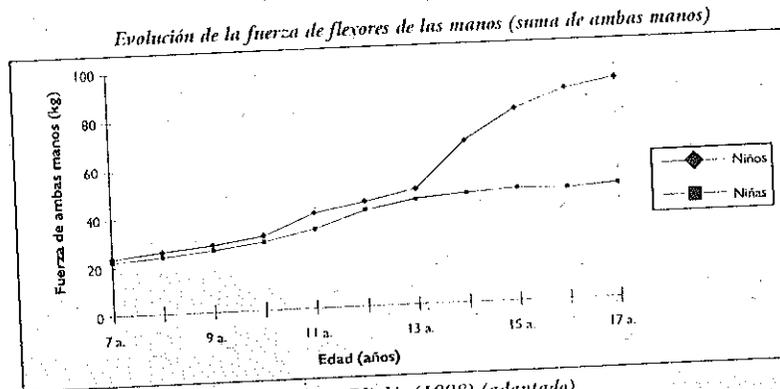


Evolution of the test de salto a pies juntos in the population of the island of Gran Canaria (819 subjects)(Brito et al. 1995)



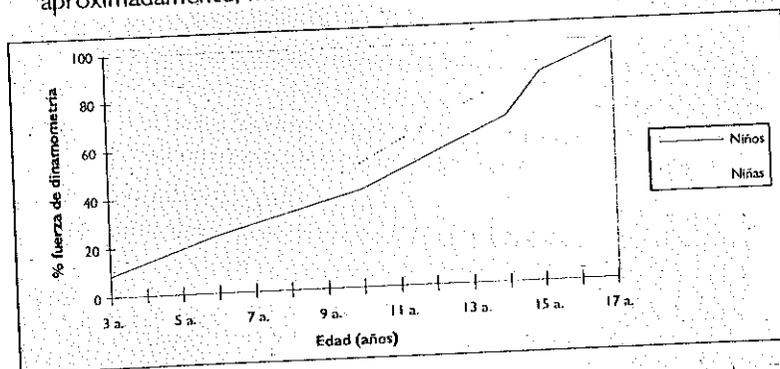
Evolution of the test de dinamometria in the population of the island of Gran Canaria (819 subjects)(Brito et al. 1995)

Hasta estas edades, las evoluciones de la fuerza suelen ser progresivas, aunque suaves, pero, a partir de la pubertad, los varones presentan un incremento importante de esta cualidad por cada año de vida. Blimkie (1988) coincide con esta afirmación, mostrando una evolución por sexo y edad de la fuerza máxima estática (dinamometría de ambas manos) que trata de promediar los datos aportados por diferentes estudios.



Fuente: Blimkie (1998) (adaptado)

Si bien estos valores absolutos son de interés para conocer cómo evoluciona la fuerza con la edad, también resulta de interés su valoración a partir de los valores porcentuales que significan con relación a sus valores máximos alcanzados con la edad. Si observamos la siguiente gráfica propuesta por los autores antes mencionados, vemos que ambos sexos evolucionan de forma muy similar, mostrando una trayectoria en la que durante la infancia el incremento de la fuerza es progresivo y suave, acelerándose durante la pubertad y estabilizándose después de ella. Los niños alcanzan el 50% de la fuerza a los 12 años aproximadamente, frente a los 10 años de las niñas.



Este incremento de la fuerza se debe fundamentalmente a los siguientes factores:

- a. Maduración del sujeto (sistema nervioso y sistema endocrino).
- b. Crecimiento del sujeto (aumento de la longitud de las estructuras óseas, aumento de la masa muscular).

a. Maduración: Al hablar de la maduración del sujeto, debemos hacer mención a dos aspectos diferentes. Por un lado debemos mencionar la maduración del sistema nervioso, el cual afectará tanto a la coordinación intramuscular (reclutamiento de unidades motrices) como a la coordinación intermuscular (acción de diferentes grupos musculares que intervienen en el movimiento, interacción entre músculos agonistas y antagonistas, etc.).

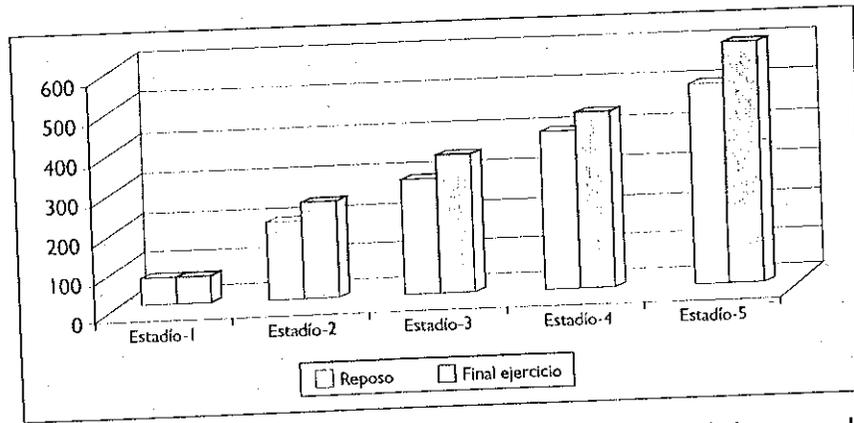
Por otro lado, debemos hablar de una maduración del sistema endocrino, especialmente en lo referente a la maduración del sistema reproductivo y las hormonas afectadas ya anteriormente mencionadas. A partir de la pubertad, en el sujeto se produce una eclosión hormonal, tanto en hombres como en mujeres, que lleva a la maduración sexual y a una aceleración en el crecimiento, no sólo en el aspecto lineal, sino también en la hipertrofia del aparato muscular del sujeto.

Modificación de las tasas de testosterona (ng/100ml) durante la infancia y la adolescencia

EDAD	MUJERES	HOMBRES
8-9	20	21-34
10-11	10-65	41-60
12-13	30-80	131-349
14-15	30-95	328-643

Fuente: Reiter-Root (1975 cfr. Weineck-1992)

Este incremento de la concentración de testosterona no se debe asociar al valor de la edad cronológica, sino que con el objeto de ser más rigurosos, debemos relacionarlo con la maduración del sujeto. En ese sentido, Fahey et al. (1979) comprobaron que los niveles plasmáticos de esta hormona, en niños, aumentan con relación al estadio de maduración en que se encuentra el sujeto. En el estadio-1, los niveles no suelen llegar a los 50 ng/100ml, estando entre los 200-260 ng/100ml en el estadio-2, los 300-350 ng/100ml, en el estadio-3, los 400-450 ng/100ml en el estadio-4 y entre los 500-600 ng/100ml en el estadio-5.



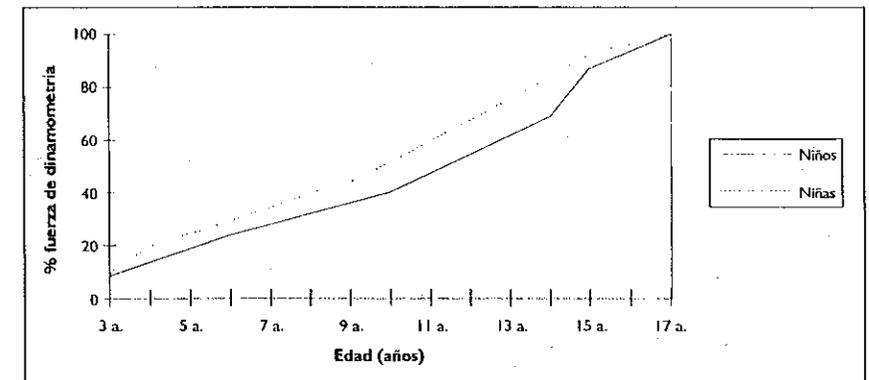
Este comportamiento de la testosterona, junto a la hormona de crecimiento, las somatomedinas y otras hormonas, son responsables del crecimiento y del incremento muscular. Con la edad aumenta el porcentaje de la masa muscular en relación con el peso corporal, hasta llegar a unos valores aproximados de 42-54% en varones y del 36-42% en las mujeres. Los hombres incrementan cinco veces su peso muscular (7.5 a 37 kg.) entre los 5 y los 18 años, mientras que las mujeres lo hacen entre tres y tres veces y media (7 a 24 kg.) en ese mismo rango de edad (Malina-1969). Esta diferencia entre los dos sexos no siempre es de igual magnitud, ya que hasta la pubertad, la masa muscular de las mujeres es similar a la de los hombres, siendo a partir de ella cuando se manifiestan las diferencias intersexuales.

Edad	Porcentaje de masa muscular(%) en relación al peso corporal	
	Hombres	Mujeres
5	42.0	40.2
7	42.5	46.6
9	45.9	42.2
11	45.9	44.2
13	46.2	43.1
13.5	50.2	45.5
15	50.3	43.2
15.5	50.6	44.2
17	52.6	42.0
17.5	53.6	42.5
20-29	51.5	39.9

Fuente Malina (1969) cfr. Malina et al. (1991).

Si partimos del concepto normalmente admitido de que la fuerza depende del área de sección muscular y de que el músculo es capaz de desarrollar entre 5-10 kg por cada cm² de sección, es lógico comprender que la fuerza en valores absolutos aumentará conforme aumenta la masa muscular. No está de más recordar que esa enorme dispersión en los valores de fuerza que es capaz de desarrollar una misma sección muscular, viene motivada por el tipo de fibra que predomine en cada grupo muscular. A igual sección transversal, las fibras tipo II generan mayor fuerza que las de tipo I.

Si hacemos referencia a los datos aportados por Blimkie (1988) respecto a la fuerza flexores de la mano, observamos que mientras los niños presentan un incremento progresivo de la fuerza relativa con la edad, especialmente a partir de los 13-14 años, las niñas lo hacen de forma menos acentuada.



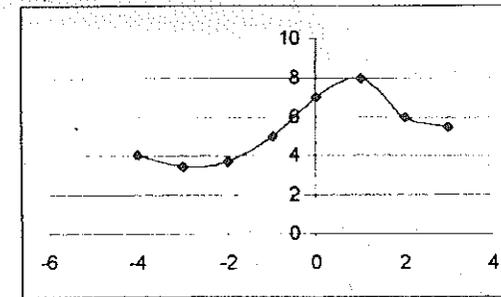
b. Crecimiento: El crecimiento de un sujeto viene determinado por la acción de diversas hormonas, especialmente por influencia de la hormona de crecimiento (GH). Por término medio durante la infancia, la talla aumenta entre 5-7 cm/año y el peso lo hace entre 2-2.5 kg/año.

El primero que estudió la incidencia de las cargas físicas en los cambios que se producían en los huesos fue Julius Wolff en 1892, desarrollando lo que posteriormente se conoció como ley de Wolff. Con las cargas mecánicas adecuadas, el tejido óseo se hipertrofia y reorganiza para reducir el estrés mecánico interno hasta los niveles óptimos. El ejercicio físico actúa sobre el tejido óseo a través de tres mecanismos: la modificación de su composición, influyendo sobre su vascularización

y modificando la estructura y ordenación de las trabéculas. Muchos estudios nos muestran una mayor densidad ósea en atletas o personas con alto nivel de actividad que en la población media. El ejercicio incrementa la osteoblastosis por tensión o tracción de las cargas de trabajo, de la misma forma que la inactividad y la ingravidez conduce a la osteopenia. La actividad muscular actúa, durante la relajación posterior a la tensión, en forma de bomba que genera un vaciamiento de las venas intraóseas, mientras que en la contracción envía mayor cantidad de sangre favoreciendo su llenado y actuando, indirectamente, sobre la síntesis de matriz ósea y su posterior mineralización. También el ejercicio actúa sobre la dureza y orientación de las trabéculas óseas, ya que éstas se organizan en la dirección más favorable para las fuerzas de tensión a las que son sometidas.

Vemos, por lo tanto, que los trabajos adecuados de fuerza y la actividad física en general favorecen el crecimiento longitudinal y transversal de los huesos. Este simple hecho por sí solo ya es determinante para una modificación en la manifestación de la fuerza que pueda realizar el sujeto. Este crecimiento de las estructuras óseas viene acompañado por un aumento similar en la longitud de la musculatura, como resultado de un aumento en el número de sarcómeros de las miofibrillas. La multiplicación de los sarcómeros en serie incrementa el potencial de fuerza del músculo, sin observarse un aumento de la sección transversal del músculo. También el tamaño de las fibras musculares sufre un importante incremento en su sección transversal con el paso de los años, fruto en este caso del aumento de filamentos de actina y miosina de cada sarcómero. Colling y Saltin (1980) demostraron que la sección transversal de las fibras a la edad de 1 año es un 30% de la de un sujeto adulto, llegando al 50% a la edad de 5 años, incrementando su diámetro de forma lineal desde el nacimiento a la adolescencia, no existiendo grandes diferencias entre sexos hasta la infancia.

Podemos, por lo tanto, afirmar que las ganancias de fuerza con la edad están íntimamente relacionados con el crecimiento del sujeto, lo cual ha sido demostrado en algunos estudios. Carron y Bailey (1974) estudiaron este problema al comparar las ganancias de fuerza con el Peach High Velocity (PHV), comprobando que hasta dos años antes al momento de máximo PHV, las ganancias son de aproximadamente 4 kilos por año frente a los 6-8 kilos por año que se logran un año después de este momento.



Cada momento de la vida presenta unas condiciones diferentes para la mejora de los niveles de las diferentes manifestaciones de la fuerza. A modo de resumen, podemos señalar las siguientes etapas:

b.1.- El desarrollo de las capacidades de fuerza transcurre en forma relativamente lenta entre los 7 y los 10 años, excepto en los casos en que ésta es estimulada precozmente. Esto vale especialmente para aquellos grupos musculares que son exigidos en la motricidad y en los juegos cotidianos (ejemplo: brazos).

b.2.- Durante la etapa prepuberal, la fuerza máxima muestra aumentos anuales medianamente altos. Para el desarrollo de la fuerza rápida se observan tendencias similares. Respecto a la fuerza resistencia se puede decir que muestra diferencias individuales considerablemente mayores a las que se pueden encontrar en otras manifestaciones. Meinel y Schnabel hablan de diferencias de hasta un 60 y 90% para los test de flexión o extensión de brazos. Si las exigencias de fuerza resistencia se encuentran cercanas a los valores de fuerza máxima de los niños (por ejemplo: flexiones de brazos en barra), las cuotas anuales de aumento son extremadamente pequeñas, mientras que si se refiere a componentes menores de fuerza (ejemplo: abdominales) los aumentos anuales son mayores.

b.3.- En la pubertad aparecen aumentos elevados de fuerza máxima, especialmente en los varones. En las niñas se aprecian tendencias similares que se manifiestan más tempranamente y en un período de tiempo más breve y menos intenso. La fuerza rápida muestra características evolutivas similares, aunque los valores son más elevados en los varones que en las niñas. La fuerza resistencia aumenta de forma considerable durante la pubertad, especialmente aquella manifestación de fuerza resistencia relacionada con esfuerzos de tipo anaeróbico láctico. Por contra, en esta etapa de la vida la fuerza relativa muestra una

clara tendencia a su estancamiento e incluso una ligera involución en determinados grupos musculares.

b.4.- El desarrollo de la fuerza durante la adolescencia muestra tendencias claras y evidentes de mejora. En varones se puede comprobar que la mayoría de los parámetros de la fuerza muestra cuotas de aumento permanentes, especialmente en lo que se refiere a la fuerza máxima y la fuerza rápida. La fuerza resistencia, que es casi siempre un reflejo de la relación fuerza/peso, se desarrolla en menor medida.

En las mujeres, la evolución de la fuerza muestra patrones diferentes. Mientras los aumentos de fuerza máxima son claramente significativos, la rápida y, en especial la fuerza resistencia, mejoran muy poco. El desarrollo de estas capacidades motoras en las niñas no entrenadas comienza a estancarse a los 14-15 años.

SEXO vs FUERZA

Como ya mencionamos anteriormente, los varones, por regla general, son más fuertes que las mujeres. Ahora bien, las diferencias no siempre son similares a lo largo de la vida. En los primeros años las diferencias son mínimas, elevándose las mismas a partir de la maduración sexual, donde los ya comentados aumentos de los niveles de testosterona en los varones son determinantes de esta diferenciación.

Las ligeras diferencias que existen entre los dos sexos respecto a la sección transversal de los músculos (5% mayor en niños) durante el final de la infancia, no se corresponden con respecto a las desproporcionadas diferencias que se encuentran respecto a la fuerza (11% a 13% más fuertes los niños).

Es curioso comprobar que la diferencia entre los dos sexos no se mantiene homogénea entre los diferentes grupos musculares, tal y como queda reflejado en la siguiente tabla:

Diferencias de fuerza entre sexos (valores absolutos y relativos)

	FUERZA/PESO			FUERZA/PESO MAGRO		
	H	M	Dif.	H	M	Dif.
MIEMBRO SUPERIOR	1.39	0.94	32.27%	1.66	1.31	21.08%
MIEMBRO INFERIOR	2.04	1.59	22.05%	2.43	2.20	9.47%
TRONCO	1.04	0.81	22.12%	1.24	1.13	8.87%

Fuente: Knapick et al. (1980)

Estas diferencias se ven claramente disminuidas cuando no se realizan en valores absolutos y sí se hace en valores relativos. Factores sociológicos pueden estar vinculados con este fenómeno. Los roles tradicionalmente asignados a cada sexo y la actividad cotidiana que manifiestan los mismos nos demuestran que las mayores diferencias en fuerza se dan en las extremidades superiores.

Diferencias de distintas manifestaciones de la fuerza entre hombres y mujeres en función de la edad

EDAD/MANIF. FUERZA	7-8	10-11	12-13	17-18
FUERZA MÁXIMA	84	85	82	55
FUER. LANZAMIENTO	83	79	87	61
FUERZA DE ESPRINT	98	95	98	88
F. SALTO HORIZONTAL	98	96	91	77
F.RESISTENCIA (ABD)	99	92	98	76
F.RESISTENCIA (BRZ)	--	97	95	85

Fuente: Helga y Manfred Leitzler (1990)

La máxima entrenabilidad de la fuerza máxima, tanto en hombres como en mujeres, se produce entre los 20 y 30 años, siendo en estas edades donde mayores son las diferencias entre los dos sexos (alrededor del 50%). Kirsten (1963) ya confirmaba la mayor entrenabilidad de los varones, así como el mayor grado de entrenabilidad de estos con la edad:

- A los 11 y 12 años la entrenabilidad de las niñas se corresponde a un 93% de los varones.
- A los 13 y 14 años es de un 88%.
- A los 15 y 16 años este valor se reduce al 75%.

Como resumen a todo lo anteriormente expuesto, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- a) El desarrollo de la fuerza máxima se puede realizar desde la infancia. No obstante, tenemos que matizar que el concepto de entrenamiento de la fuerza máxima en estas edades no se corresponde con los medios de trabajo que para esta manifestación de la fuerza se emplean en la edad adulta.
- b) El beneficio del entrenamiento de fuerza máxima se traduce no tanto en un engrosamiento (hipertrofia) del músculo como en una mejora de la coordinación intra e intermuscular.
- c) A pesar de las mayores posibilidades de mejora que podemos encontrar en el hombre respecto en la mujer, estas diferencias

se reducen cuando hacemos referencia a valores relativos (incrementos por peso corporal).

Tabla 107. Incrementos de la fuerza máxima en niños y adolescentes después de tres meses de entrenamiento

GRUPO MUSCULAR	NIÑOS		ADOLESCENTES	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
F. PIERNAS	5.5 - 10%	5.6 - 10%	8.2 - 19%	12.6 - 28%
F. BRAZOS	2.0 - 9.5%	3.0 - 13%	3.9 - 14%	11.3 - 25%

Fuente: (Leitzler - 1990).

APLICACIÓN PRÁCTICA DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA PARA NIÑOS Y JÓVENES.

Los objetivos que se pretenden con el entrenamiento de la fuerza en estas edades son, en la mayoría de los casos, muy diferentes a los que se persiguen con sujetos de mayor edad o condición física.

Entre los muchos objetivos que se pueden plantear con el entrenamiento de la fuerza en esta etapa de la vida podemos destacar los siguientes:

- Lograr un desarrollo muscular armónico.
- Conseguir una buena postura corporal.
- Conseguir la adecuada adaptación muscular que nos permita eliminar riesgos de lesiones.
- Crear las bases que permitan en el futuro acceder al alto rendimiento deportivo.

Hoy en día está muy extendida la tesis de que el entrenamiento de fuerza realizado antes de los 10 años en niños o de los 8 años en las niñas, no produce ningún efecto (Cerani 1993). Esta afirmación se nos antoja demasiado tajante. Sirvan como ejemplo las ganancias de fuerza que se observan en los practicantes en disciplinas que, como la gimnasia artística o la natación, precisan una especialización precoz y unos altos niveles de fuerza. Es cierto que las posibilidades de hipertrofia durante estas edades se ven amortiguadas por razones endocrinas anteriormente mencionadas, pero se ven compensadas por las adaptaciones neurales que conlleva el trabajo de fuerza. La incógnita surge al plantearse el grado o nivel de entrenabilidad de la fuerza durante estas edades.

Los datos de que se dispone parecen indicar que durante la fase anterior a la adolescencia, si el entrenamiento es el adecuado, las ga-

nancias de fuerza en valores relativos son mucho más importantes que las ganancias alcanzadas en valores absolutos (Sailor 1987; Westcott 1979; Sale 1989).

Quizás el aspecto más importante es el llegar a determinar qué manifestación de la fuerza y con qué cargas se debe trabajar en cada etapa del desarrollo de un individuo. En este sentido y a modo de esquema podemos plantear la siguiente propuesta:

Metodología del entrenamiento de fuerza en niños.

FASE	VARONES	MUJERES
Inicio de la fuerza rápida y mejora del tono muscular básico.	7-8	7-8
Inicio del acondicionamiento muscular de base al desarrollo muscular de fuerza.	10-11	10-11
Inicio del entrenamiento de fuerza máxima y fuerza resistencia de baja intensidad.	12-14	12-14
Inicio al entrenamiento de fuerza resistencia de alta intensidad y característica anaeróbica.	13-15	13-15
Inicio al entrenamiento de fuerza máxima neuromuscular.	14-16	14-15
Entrenamiento de máximo rendimiento.	17	16

Por su parte, Navarro (1995) propone los siguientes cuadros en los que se representa la evolución de esta cualidad:

Formas de trabajar las diferentes manifestaciones de fuerza con la edad y en función del sexo

TIPOS DE FUERZA	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
F. Máxima					
F. Velocidad					
F. Resistencia					

Hombres (—), Mujeres (- - -)

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Hipertrofia												
Coordín. Intram. (F. Máxima)												
Peso corporal												
Salto Profund. Pesas (F. Velocidad)												
Aeróbica												
Lactácida												
Competitiva (F. Resistencia)												