PubliCE, (PubliCE) 1996

Monograph

Crecimiento, Performance, Actividad, y Entrenamiento Durante la Adolescencia. (Parte II)

Robert M Malina

Palabras Clave: maduración, desarrollo, crecimiento, rendimiento

LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO SOBRE EL "TEMPO" O RITMO DE CRECIMIENTO Y LA MADURACIÓN DURANTE LA ADOLESCENCIA

Bajo condiciones ambientales adecuadas, el “timing” de la explosión en el crecimiento y la maduración sexual adolescente está genéticamente determinado. Sin embargo, estos procesos pueden estar influenciados por factores medioambientales. Los efectos causados por una desnutrición crónica están muy bien documentados. En algunas sociedades es evidente esta variación socioeconómica en el crecimiento y la maduración, pero en otras no lo es tanto (1). Por supuesto que el criterio de “status” socioeconómico varía de país a país, pero los datos de países industrializados indican tendencias que no concuerdan con las edades al momento del PVA y de la menarca, en relación a los índices de “status” socioeconómico. Otro factor relacionado con la edad al momento de la menarca es el número de chicos en la familia. Las chicas de familias grandes tienden a experimentar una menarca retrasada, al ser comparadas con chicas provenientes de familias más pequeñas, y esto se aplica tanto a las deportistas como a quienes no lo son. El efecto estimado de cada hermano adicional mayor en edad, al momento de la menarca se extiende desde 0.11 a 0.22 años, en varias muestras de deportistas y de no deportistas (1).

Los eventos estresantes de la vida también son significativos. Ellos se hacen especialmente evidentes en el crecimiento y maduración de las jóvenes que experimentan ambientes hogareños perturbados (2), y en las curvas de crecimiento y de desarrollo puberal “inusualmente fracturadas en chicas trasladadas a escuelas con régimen de internado en varios momentos de la pubertad” (3). Los estudios que revelan un cambio secular en la menarca sugieren que el “timing” de este evento de la maduración puede estar “programado” por condiciones en los primeros años de vida, y no necesariamente por aquellas condiciones que puedan presentarse en el momento de la pubertad (4, 5).

Por lo tanto, el rol de entrenamiento intensivo para un deporte puede ser una cuestión preocupante, y tal vez el estrés de la competición puede influir sobre el “timing” y el “tempo” en el crecimiento y en la maduración sexual durante la adolescencia. Debería ser obvio que la actividad física es solamente uno de los tantos factores que pueden influenciar el crecimiento y la maduración.

Estatura y Composición Corporal

Una entrenamiento físico regular no tiene un efecto evidente sobre el crecimiento en altura. Sin embargo, es un factor significativo en la regulación del peso del cuerpo y de su composición, específicamente de la adiposidad. Los cambios que ocurren en respuesta a los programas de entrenamiento, tanto de corto o de largo plazo, reflejan ampliamente las

fluctuaciones en los niveles de la adiposidad, con un cambio mínimo (si es que ocurre), en la MM. El rol de una actividad regular en el desarrollo de la celularidad del tejido adiposo y en la distribución subcutánea de grasa no está claramente establecido (6).

El entrenamiento regular es un factor significativo en el crecimiento e integridad de los tejidos esquelético y muscular. Los cambios en el tejido óseo incluyen una mayor mineralización , densidad y masa ósea. Los cambios en el tejido muscular relacionados con el entrenamiento, generalmente son específicos al tipo de programa seguido. El entrenamiento de fuerza o fuerza-resistencia están relacionados con la hipertrofia, mientras que el entrenamiento de resistencia está relacionado con incremento en la enzimas oxidativas. La dirección de las respuestas al entrenamiento en los individuos en crecimiento es similar a aquella observada en los adultos, pero la magnitud de las respuestas varía (6). La persistencia de los efectos benéficos del entrenamiento sobre los tejidos adiposo y muscular depende de la continuidad de la actividad. En contraste con ello, se ha acumulado evidencias que indican que el entrenamiento excesivo relacionado con alteraciones en la función menstrual (ver más adelante y en el capítulo 9) y en la dieta contribuyen a una pérdida ósea en los deportistas (7, 8).

Por lo tanto, puede haber un umbral para algunas deportistas adolescentes: hasta cierto punto, el entrenamiento regular tiene un efecto benéfico sobre la integridad del tejido esquelético, pero la actividad excesiva puede alterar la función menstrual y puede tener una influencia negativa sobre la masa ósea.

Maduración Sexual

Están haciendo falta datos longitudinales de los efectos del entrenamiento en la maduración sexual de las mujeres jóvenes (y de varones también) y los datos disponibles de corte transversal no indican un efecto significativo del entrenamiento sobre la maduración sexual. Bastante de la discusión del entrenamiento y la maduración sexual está basado en comparaciones de edades promedio retrasadas al momento de la menarca, entre jóvenes deportistas con jóvenes de la población en general, con la consecuente influencia de que el entrenamiento intensivo en un deporte “retrasa” la menarca (13). Generalmente, los datos sobre la menarca coinciden con las observaciones del desarrollo de los senos y del vello pubiano, y de la maduración esquelética de las jóvenes deportistas que practican el patinaje artístico, el ballet, la gimnasia y el atletismo, que indican, que se desarrollan tardíamente (14). Sin embargo, las mujeres que entrenan en disciplinas deportivas a edades puberales no necesariamente son representativas de aquellas jóvenes que son exitosas a edades más avanzadas, quienes en cambio, constituyen las muestras de deportistas en las cuales se han basado la mayoría de los datos sobre la menarca. Asimismo, la legislación “Título IX” ha influenciado en las oportunidades deportivas para las chicas y las mujeres, de manera que muchas de ellas pueden continuar con sus entrenamientos y competiciones a lo largo de los años universitarios. Por otro lado, hasta no hace mucho tiempo, muchas chicas dejaban de entrenar y competir a los 16-17 años. Ciertamente que las oportunidades provistas por “Título IX” han influenciado la composición de la población deportiva femenina a nivel universitario, particularmente en la natación. Según estimaciones recientes (1, 9), la edad al momento de la menarca en las nadadoras con edad de colegio, es considerablemente mayor que las nadadoras de elite de alrededor de 20 años atrás (13), y esto contrasta con el avance en el “status” puberal y de maduración esquelética que, a menudo, se observan en las nadadoras por grupos de edad (14).

Aunque no fueron los primeros que sugieren que el entrenamiento puede retrasar la menarca, Frisch y cols. (10) concluyen que por cada año que una joven entrena antes de la menarca, la misma se verá retrasada en hasta 5 meses. Esta conclusión está basada en una correlación de + 0.53 entre los años de entrenamiento antes de la menarca y la edad al momento de la misma, una moderada correlación que explica e influye solamente en el 28% de la variancia de la muestra. Una correlación no implica una secuencia causa-efecto, sin embargo, es más probable que la asociación sea un artificio. Cuanto más años tenga una joven al momento de la menarca, es más probable que la misma haya comenzado su entrenamiento con anterioridad a la menarca, e inversamente, cuanto más joven sea una chica al momento de la menarca, lo más probable es que la misma haya comenzado su entrenamiento después de la menarca, o haya tenido un período de entrenamiento, anterior a la menarca, de menor duración (9). También podría ser que la maduración tardía sea un factor en la decisión de una joven para seguir un deporte, más que el entrenamiento sea el causante de ese retraso (13). Además, los deportistas como grupo, tienden a ser más bien selectos, y otros factores que se conocen que pueden influenciar la menarca no están considerados en el análisis.

También se ha sugerido que la menarca ocurre más tarde, específicamente en aquellas disciplinas que requieren un bajo peso corporal, tales como el ballet y la gimnasia (11). Este énfasis sobre el peso bajo, puede involucrar prácticas dietarias que influyan adversamente en la maduración, de tal modo, que podría ser difícil separar los efectos de la dieta de los del entrenamiento. Además, estos deportes tienden a tener rigurosos criterios de selección, los cuales, a menudo se aplican en la niñez, los cuales favorecen la elección de características morfológicas de las chicas con una maduración tardía. Finalmente, los datos de deportistas de nivel universitario de elite, indican edades promedio más avanzadas al momento de la menarca, en varios deportes que difieren considerablemente en sus cargas de entrenamiento, y en el énfasis que se pone en el peso corporal: saltos ornamentales o clavados, atletismo, natación, tenis, golf, básquetbol y voleibol (1).

Sin embargo, hay dos cuestiones que merecen una consideración. Primero, ¿es el entrenamiento regular e intensivo prepuberal para deportes y para competición, lo suficientemente estresante como para prolongar el estado prepuberal, y a su vez retrasar la explosión del crecimiento adolescente y de la maduración sexual?. Segundo, ¿es el entrenamiento intensivo para deportes y el estrés de la competición, durante la explosión del crecimiento adolescente y la maduración sexual, quienes producen condiciones que son lo suficientemente adversas como para influenciar el progreso, y por lo tanto el "timing", de estos eventos de la maduración?.

Respuesta Hormonales

El mecanismo sugerido para la asociación entre el entrenamiento y una menarca retrasada es hormonal. Se ha sugerido que el entrenamiento intensivo, y tal vez el drenaje de la energía asociada, tengan influencias sobre los niveles circulantes de las hormonas gonadotróficas y ováricas y a su vez, la menarca.

El ejercicio es un medio eficaz para estresar el axis hipotalámico-pituitario-ovárico, produciendo incrementos de corta duración en los niveles séricos de todas las hormonas gonadotrópicas y los esteroides sexuales (12, 13). Otros factores también influencian los niveles hormonales, incluyendo la variación diurna, el ayuno o el haber ingerido alimentos, los estados emocionales, etc, y esto necesita ser considerado. Además, virtualmente todas las hormonas son segregadas episódicamente, por lo tanto los estudios de las respuestas hormonales basados en muestras séricas únicas tal vez no reflejan el patrón general. Lo que se necesita son estudios que monitoreen los niveles hormonales durante las 24 hs, en los que se evalúen los pulsos reales cada 20 minutos, o mejor, en respuesta al ejercicio. De esta manera, las evidencias de los estudios disponibles sobre las respuestas hormonales al ejercicio no son concluyentes.

Se debe hacer notar que la mayoría de los datos hormonales no tienen que ver con los cambios crónicos relacionados con el entrenamiento regular e intensivo. Además, en su gran mayoría, los datos derivan de muestras de mujeres postmenárquicas, deportistas o no, que fisiológicamente son muy diferentes de las chicas en estado de maduración. Lo que es específicamente relevante en las chicas prepúberes o púberes, son los posibles efectos acumulativos de las respuestas hormonales al entrenamiento regular. Aparentemente, las respuestas hormonales son esenciales para hacer frente al estrés que impone la actividad sobre el cuerpo. Estas actividades tienen un efecto sobre el centro hipotalámico, que aparentemente dispara y coordina los cambios que inician la maduración sexual, y eventualmente la menarca. Datos de este tipo están actualmente en falta.

Los datos hormonales en jóvenes prepúberes o púberes involucrados en un programa de entrenamiento regular son limitadas, y los resultados son variables y no concluyentes. Por ejemplo, se ha reportado una baja secreción de gonadotrofina relacionada con una "leve" explosión en el crecimiento en bailarinas premenárquicas (14). Las bailarinas estaban retrasadas en el desarrollo de los senos, en la menarca y en la maduración esquelética, lo que podría sugerir un estado prepuberal prolongado. Sin embargo, ellas no estaban retrasadas con respecto al desarrollo del vello pubiano.

Se han observado niveles más bajos de los estrógenos, de la testosterona y de la androstanediona en el plasma, en gimnastas prepúberes de 11 años de edad, comparadas con nadadoras de la misma edad y "status" madurativo, pero los niveles de sulfato de dehidroepiandrosterona (DHEA) y de gonadotrofinas plasmáticas no se diferenciaron en las dos muestras. Por otro lado, los niveles de plasma de las siete hormonas investigadas, no se diferenciaron en la pubertad temprana (el 2do estadío de desarrollo de los senos) entre gimnastas y nadadoras, aunque en promedio, las últimas eran 0.5 años mayores (15). Tanto las gimnastas prepúberes como las gimnastas en pubertad temprana, habían estado entrenando regularmente por un período más largo que las nadadoras. Los dos grupos de gimnastas habían estado entrenando desde los 4.8 y 5.0 años de edad, respectivamente, en cambio los dos grupos de nadadoras habían estado entrenando desde los 7.2 y 8.0 años de edad. Los niveles similares de DHEA en las gimnastas y nadadoras prepúberes sugieren un estado similar de adrenérgia, aunque las gimnastas estuvieran entrenando por un período significativamente más largo. Por lo tanto, esta observación no apoya la sugerencia que el entrenamiento retrasa la adrenérgia y prolonga el estado prepuberal (16). Más aún, evidencias recientes apoyan la idea de que la secreción de andrógenos adrenales "disparen" o desencadenen la maduración sexual (17). Los datos sobre el crecimiento precoz en la niñez, en estos dos grupos de deportistas, sugieren diferencias físicas. Desde los tres años de edad, las gimnastas han sido más bajas y más livianas que sus pares holandesas de referencia, mientras que las nadadoras han sido más altas y de mayor peso. Las alturas de los padres (altura del padre + altura de la madre divididas por dos) y sus pesos, también fueron menores en las gimnastas que en las nadadoras, y los grupos no se diferenciaron en cuanto a "status" socioeconómico (15).

Los cambios en los niveles básicos hormonales en asociación al entrenamiento en deportistas jóvenes pueden ser significativos. Se han reportado niveles básicos similares de ACTH, cortisol, prolactina y testosterona, durante una temporada de entrenamiento de 24 semanas, en pequeñas muestras de nadadoras competitivas premenárquicas y postmenárquicas, de 13 a 18 años de edad (18). Durante la temporada, los niveles de ACTH se incrementaron gradualmente, los niveles de prolactina tuvieron tendencia al incremento y los niveles de testosterona disminuyeron mientras que los niveles de cortisol mostraron un patrón variable en esta muestra combinada. Como era de esperar, los

niveles básicos de estradiol se diferenciaron entre las nadadoras premenárquicas y las postmenárquicas, pero ambos grupos experimentaron una disminución de los niveles de básicos durante las primeras 12 semanas de entrenamiento, seguido por un aumento a las 24 semanas. Al comienzo del entrenamiento y después de las 24 semanas de este, los niveles básicos de estradiol no se diferenciaron en las nadadoras premenárquicas, mientras que después de las 24 semanas, el nivel básico fue más bajo que al comienzo del entrenamiento, en las chicas postmenárquicas (18).

Ha sido postulado un rol de las beta-endorfinas en la amenorrea de las corredoras y a su vez, en la menarca retrasada de las deportistas. La administración de naloxona, un receptor opiáceo antagónico, en deportistas amenorréicas, por ejemplo, dio como resultado un marcado incremento en la hormona luteinizante (LH) (19). Sin embargo, las respuestas de los chicos y chicas prepúberes normales a la naloxona bajo condiciones básicas, son diferentes a la que se registran en los adultos (20). Aparentemente, en los niños/as la naloxona no afecta la secreción de LH. Un estudio de los efectos de la naloxona en chicos, durante condiciones de ejercicio, podría ser esclarecedor, pero razones éticas podrían dificultar la colección de dichos datos.

Adiposidad (gordura) y Menarca

Un corolario a la sugerencia de que el entrenamiento retrasa la menarca es que los cambios en el peso o la composición corporal relacionados con el entrenamiento intensivo, podrían funcionar retrasando la menarca; este hecho significa que el entrenamiento puede retrasar la maduración en las jóvenes, al mantenerlas delgadas. Esta idea está relacionada a la hipótesis de peso crítico o adiposidad crítica, la cual sugiere que en un cierto nivel de peso (alrededor de los 48 kg) o de adiposidad (alrededor del 17%) es necesario para que ocurra la menarca (21). Concordantemente, el entrenamiento regular e intensivo funciona reduciendo y manteniendo la adiposidad por debajo del mínimo hipotetizado, retrasando de este modo la menarca. La hipótesis del peso o de la adiposidad crítica han sido discutidos largamente por varios autores (1, 22), y la evidencias no apoyan la especificidad del peso o de la adiposidad, o de un nivel umbral, como la variable crítica para que ocurra la menarca.

Otros Indicadores Madurativos

Desde el momento que los indicadores de la maduración sexual están razonablemente bien relacionados a los indicadores de la maduración esquelética y somática durante la adolescencia (1), parecería lógico considerar los efectos del entrenamiento sobre otros indicadores madurativos. Si las respuestas hormonales al entrenamiento regular son vistas como importantes influencias sobre la maduración sexual, uno podría esperar que las mismas tengan influencia sobre la explosión del crecimiento, el cual ocurre más o menos, un año antes de la menarca, y la maduración esquelética alrededor del momento de la menarca. (por ejemplo, la evolución del cartílago epifisario y la fusión están influenciadas por las hormonas de las gónadas, entre otras).

Sobreentrenamiento

Desde el momento que una considerable cantidad de chicas (y chicos) adolescentes se ven involucrados en entrenamientos deportivos intensivos, se debe considerar el tema del sobreentrenamiento, que significa “entrenamiento excesivo sin el tiempo adecuado para la recuperación”. El sobreentrenamiento puede tener corta duración o ser crónico, y cuando es crónico, puede resultar en una secuencia de síntomas de comportamiento, emocionales y fisiológicos (23). Los datos en los adultos indican pérdidas de peso, disminución en la performance, y una recuperación más lenta después del entrenamiento. Probablemente, la reducción en la MM y en la masa adiposa acompañan a la pérdida de peso, y una reducción en la eficiencia y en la capacidad máxima para el trabajo acompañan a una disminución en la performance. Las complicaciones en el comportamiento, de carácter emocional y fisiológicas por sobreentrenamiento tienen el potencial de influir negativamente sobre el crecimiento y la maduración.

CONCLUSIÓN

La variación en el “timing”, “tempo” y magnitud en la explosión del crecimiento adolescente es objeto de consideración. Aunque en promedio, las chicas entran y completan el crecimiento puberal más precozmente que los varones, los aumentos durante la adolescencia en la MM y en la masa muscular en las jóvenes no son tan grandes como en los varones. Por lo tanto, las mujeres jóvenes adultas logran alrededor de dos tercios de los niveles de masa magra y masa muscular estimadas en los hombres jóvenes adultos. Contrastando con este hecho, la adiposidad absoluta y relativa se incrementan más en las chicas adolescentes.

La menarca es un evento puberal relativamente tardío, que generalmente ocurre más o menos un año después del

crecimiento máximo en estatura, durante la explosión adolescente. En las jóvenes de los EEUU, la menarca ocurre cerca del 13er aniversario.

La fuerza, la performance motriz y la potencia aeróbica mejoran durante la adolescencia, pero los niveles promedio de performances tienden a alcanzar un "plateau" o meseta, entre los 13 y los 15 años de edad. Las explosiones bien definidas de crecimiento en la fuerza y en las performances motoras de jóvenes adolescentes no son claramente evidentes. Sin embargo, la potencia aeróbica máxima muestra un pico definido cerca del momento del PVA. Las chicas entrenadas tienen niveles de performance más altos que las chicas sin entrenamiento, y las chicas que tienen retraso en la madurez esquelética y sexual tienden a tener mejores performances.

Bajo circunstancias ambientales adecuadas, el "timing" de la explosión del crecimiento y la maduración sexual es determinada genéticamente. La evidencia de que el entrenamiento regular, antes de la maduración sexual, puede retrasar la maduración de las jóvenes, no es convincente.

El estrés del entrenamiento y la competición como un factor que pueda influenciar el crecimiento y la maduración biológica, necesita un estudio más sistemático y controlado. Se necesitan estudios prospectivos en los cuales los jóvenes, de ambos sexos, sean seguidos desde la prepubertad hasta la pubertad, en los cuales se observen varios indicadores de crecimiento y maduración, y en los cuales tanto el entrenamiento, como así también otros factores conocidos como capaces de poder influenciar el crecimiento y la maduración, sean monitoreados.

REFERENCIAS

1. Malina R.M (1991). Darwinian fitness, physical fitness and physical activity. *In Mascie-Taylor CGN, and Lasker GW (eds). Applications of biological anthropology to human affairs. Cambridge University Press, Cambridge, p 143*
2. Patton R.G (1962). Growth and psychological factors. *In Mechanisms of Regulation of Growth, Report of the 40th Ross Conference on Pediatric Research. Ross Laboratories, Columbus, OH, p 58*
3. Tanner J.M (1989). Fetus into man. *Harvard University Press, Cambridge, MA*
4. Ellison P.T (1982). Morbidity, mortality, and menarche. *Hum, Biol 53:635*
5. Leistol K (1982). Social conditions and menarcheal age: The importance of early years of life. *Ann Hum Biol 9.521*
6. Malina R.M (1989). Growth and maduration: Normal variation and effect of training. *In Gisolfi CV and Lamb DR (eds): Perspectives in Exerc Sci and Sport Med Vol 2. Youth, Exerc, and Sport, Bench Press, IN, p 223*
7. Drinkwater BL, Nilson K, Chestnut CH, et al (1984). Bone Mineral of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *N Engl J Med 311:277*
8. Warren MP, Brooks-Gunn J, Hamilton LH, et al (1986). Scoliosis and fractures in young ballet dancers. *N Engl J Med 314:1348*
9. Stager J.M., Robertshaw D., and Miescher E (1984). Delayed menarche in swimmers in relation to age at onset of training and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc 16:550*
10. Frisch R.E., Gotz-Welbergen A.V., McArthur J.W., et al (1981). Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training. *JAMA 246:1559*
11. Warren M.P., and Brooks-Gunn J (1989). Delayed menarche in athletes: The rol of low energy intake and eating disorders and their relation to bone density. *In Laron Z, and Rogol AD (eds): Hormones and Sport. Raven Press. New York, p 41*
12. Shangold M.M. (1984). Exercise and the adult female: Hormonal and endocrine effects. *Exerc Sport Sci Rev 12:53*
13. Keizer H.A., and Rogol A.D (1990). Exercise and the adult female: Hormonal and endocrine effects. *Exerc Sport Sci Rev 12:53*
14. Warren M.P (1980). The effects of exercise on pubertal progression and reproductive function in girls. *J Clin Endocrinol Metab 51:1150*
15. Peltenburg A.L., Erich W.B.M., Thijssen J.J.H., et al (1984). Sex hormone profiles of premenarcheal athletes. *Eur J Appl Physiol 52:385*
16. Brisson GR, Dulac S, Peronnet F, et al (1982). The onset of menarche: A late event in pubertal progression to be affected by physical training. *Can J Appl Sport Sci 7:61*
17. Wierman M.E., and Crowley W.R. jr (1986). Neuroendocrine control of the onset of puberty. *In Falkner F, and Tanner JM (eds): Human Growth, Vol 2. Plenum, New York, p 225*
18. Carli G., Martelli G., Viti A., et al (1983). The effect of swimming training on hormone levels in girls. *J Sports Med Phys Fit 23:45*
19. McArthur J.W., Bullen B.A., Beitins I.Z., et al (1980). Hypothalamic amenorrhea in runners of normal body composition. *Endocr Res Commun 7:13*
20. Fraioli F, Cappa M, Fabbri A, et al (1984). Lack of endogenous opioid inhibitory tone on LH secretion in early puberty. *Clin Endocrnol 20:299*
21. Frisch R.E (1976). Fatness of girls from mrnarche to age 18 years, with a nomogram. . *Hum Biol 48:353*
22. Bronson F.H., and Manning J.M (1991). The energetic regulation of ovulation: a realistic role for body fat. *Biol Reprod 44:945*