

LTAD en el Contexto Científico





International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development

Michael F Bergeron,^{1,2} Margo Mountjoy,^{3,4} Neil Armstrong,⁵ Michael Chia,⁶ Jean Côté,⁷ Carolyn A Emery,⁸ Avery Faigenbaum,⁹ Gary Hall Jr,¹⁰ Susi Kriemler,¹¹ Michel Léglise,¹² Robert M Malina,^{13,14} Anne Marte Pensgaard,¹⁵ Alex Sanchez,¹⁶ Torbjørn Soligard,¹⁷ Jorunn Sundgot-Borgen,¹⁸ Willem van Mechelen,^{19,20,21} Juanita R Weissensteiner,²² Lars Engebretsen^{17,23}

En un esfuerzo para avanzar en un enfoque basado en evidencia más unificada de desarrollo de los atletas jóvenes, **el COI evalúa críticamente el estado actual de la ciencia** y desarrollo de los atletas jóvenes y presenta **recomendaciones para el desarrollo de los atletas jóvenes sanos y competentes**, al tiempo que desea proporcionar **oportunidades para todos los niveles de participación en el deporte.**

Objetivo

El objetivo es claro:

- **Desarrollar atletas jóvenes y sanos**, capaces y competentes, tratando de conseguir el logro de participación, el éxito generalizado, inclusivo, sostenible y adaptado para todos los niveles de logro deportivo individual.

Esto es un **reto considerable** para todos los interesados en el deporte: **padres, entrenadores, administradores, órganos de gobierno deportivo de la juventud y, sobre todo, los jóvenes deportistas.**

Maduración - Maturation

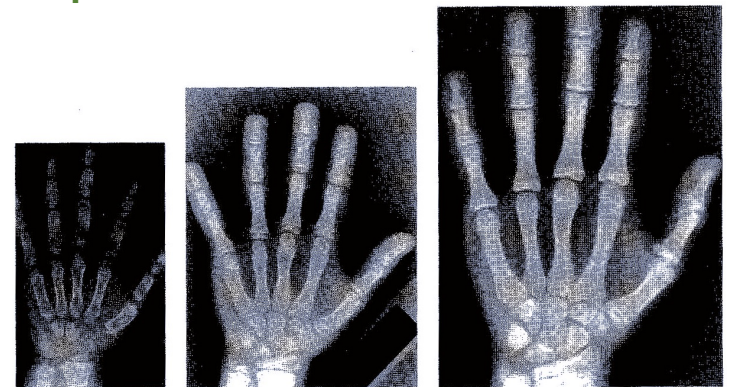
Evaluación de la madurez biológica y *timing* de desarrollo

La **maduración biológica** es un **proceso continuo** que **comienza antes del nacimiento y continúa hasta aproximadamente los primeros veinte años de vida.**

Comúnmente especificada por la **edad ósea (SA)** y las **características sexuales secundarias.**

SA es la estimación más útil del estado de madurez y **se puede utilizar desde la infancia hasta la adolescencia tardía.**

También se puede utilizar con **la altura del cuerpo actual** y / o **la altura media del padre y la madre** para predecir la altura madura, que es de interés en algunos deportes.

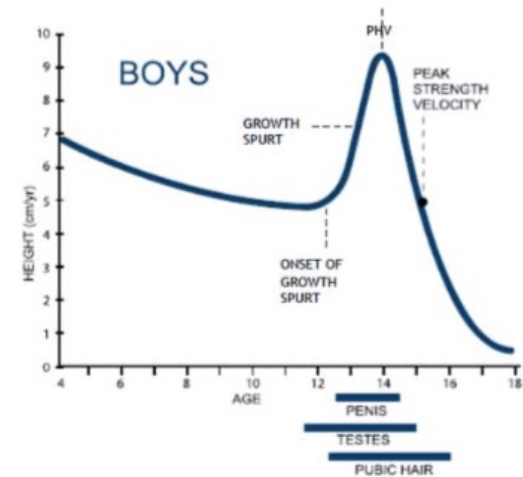
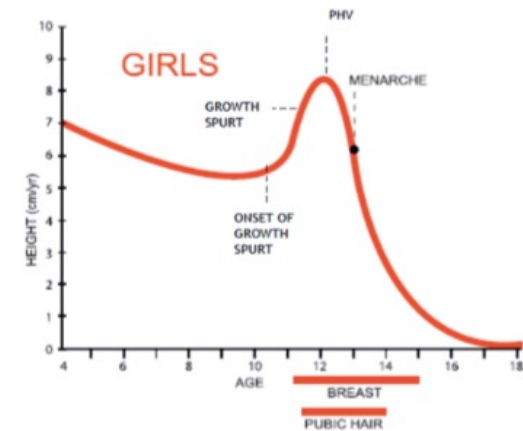


Maduración - Maduration

Evaluación de la madurez biológica y *timing* de desarrollo

El *timing* de madurez se refiere a las edades cronológicas cuando se producen cambios específicos de maduración, con frecuencia evaluada a través de la **velocidad pico de crecimiento** (en altura) (**PHV**) y la edad de la menarquía.

PHV está directamente ligada a la edad de desarrollo de los atletas. **PHV** es una medida de la **tasa máxima de crecimiento en estatura** durante una etapa de crecimiento.



Los cambios fisiológicos y de rendimiento a través de la maduración

Physiological and performance changes across maturation





Metabolismo muscular - Muscle metabolism

- Los estudios de **biopsia muscular** indican que en el músculo en reposo, la concentración de **ATP no varía** con la edad; pero la **fosfocreatina (PCr) y las concentraciones de glucógeno aumentan con la edad**, al menos en los niños de edades comprendidas entre 11-15 años.
- El **agotamiento de glucógeno** con el ejercicio es **mayor en los niños de mayor edad** y se refleja por un aumento de la **acumulación de lactato en el músculo** con la edad.



Metabolismo muscular - Muscle metabolism

- Durante el **ejercicio submáximo**, **mayor capacidad de los niños para oxidar los lípidos**, y por lo tanto ahorrar glucógeno, significa que **están bien preparados para el ejercicio de intensidad moderada a largo plazo**.
- **Los jóvenes** tienen **mayores tasas de oxidación de carbohidratos exógenos que los adultos**; pero, la **suplementación de carbohidratos** óptima para mantener el rendimiento de resistencia durante la juventud es **desconocido**.



Fuerza muscular – Muscle strength

- El desarrollo de la fuerza muscular depende de una combinación de factores musculares, neuronales y factores biomecánicos.
- La Fuerza aumenta con pocas diferencias entre sexos y de manera relativamente lineal a través de la infancia.
- Durante la pubertad, sin embargo, las diferencias sexuales surgen con aumentos acelerados de la fuerza en los niños, mientras que las niñas continúan desarrollándose a un ritmo similar como durante la pre-pubertad.
- Las diferencias en la fuerza muscular según sexo a finales de la pubertad, hay una diferencia sexual en la expresión de la fuerza de ~ 50%.

Condición física/rendimiento aeróbico-anaeróbico

Aerobic and anaerobic fitness/performance

- Hay un aumento casi lineal en los niños $VO_{2\text{pico}}$ de 8 a 18 años, con una tendencia similar pero menos constante en los valores de las niñas, que tienden a estabilizarse a mediados de la adolescencia.
- El $VO_{2\text{pico}}$ aumenta un $\sim 80\%$ en niñas y un $\sim 150\%$ en los niños de 8 a 16 años de edad, con una diferencia entre sexos de $\sim 10\%$ a los 10 años de $\sim 35\%$ en la edad de 16 años.



Condición física/rendimiento aeróbico-anaeróbico

Aerobic and anaerobic fitness/performance

- El aumento de la masa muscular es el factor clave del aumento del $VO_{2\text{pico}}$ durante la adolescencia
- La maduración tiene un efecto positivo significativo en el $VO_{2\text{max}}$, independiente de la edad y el tamaño corporal y composición.



Condición física/rendimiento aeróbico-anaeróbico

Aerobic and anaerobic fitness/performance

- En ausencia de datos intramusculares, la investigación sobre el **rendimiento anaeróbico** se ha centrado en la **evaluación del Pico de Potencia en Cicloergómetro (CPP)**, utilizando **variantes de la prueba de Wingate**.
- Hay un **aumento casi lineal de la PPC** en **ambos sexos** a partir de ~ 7 a 12 años y luego un **aumento más marcado en CPP chicos hasta la edad adulta**.
- **Las niñas a menudo superan en puntuación a los niños hasta ~ 12 años de edad**, debido a su maduración más avanzada; pero, **a la edad de 17 años, la diferencia en el sexo CPP es ~ 50%**.

Condición física/rendimiento aeróbico-anaeróbico

Aerobic and anaerobic fitness/performance

- Hay un aumento asíncrono en la Res. anaeróbica y aeróbica con la edad y la maduración. De los 12 a los 17 años, las niñas aumentan su CPP por ~ 65% en comparación con los niños, que experimentan un aumento ~120% en CPP.
- Ambos sexos experimentan una mejoría más marcada en el CPP que en el VO₂max durante la maduración, con el aumento CPP de ~ 70% y ~ 25% (VO₂max), respectivamente, en los niños y niñas de edades comprendidas entre 12 y 17 años.



Resistencia a la fatiga y recuperación

Fatigue resistance and recovery

- La resistencia a la fatiga y la recuperación del ejercicio de alta intensidad intermitente sufre una disminución gradual de la infancia a la edad adulta en los varones.
- En las mujeres, la involución parece estar establecida hasta mediados de la pubertad.
- La distinción se ha atribuido a que los niños que tienen una cinética de recuperación cardiorrespiratoria más acelerada, la actividad oxidativa mejorada, mayor resíntesis de Fosfocreatina (PCr), una mejor regulación ácido-base y una menor producción y / o de eliminación más eficiente de los subproductos metabólicos , que los adultos.



Respuesta al entrenamiento físico

Responses to exercise training

- **Los niños pre-púberes** tienen buenas capacidades de entrenamiento de la resistencia; pero, la capacidad de entrenamiento de la fuerza muscular aumenta con la edad.
- **No hay evidencia convincente** que sugiera que las respuestas al entrenamiento aeróbico o anaeróbico estén relacionados con el sexo, la edad y la maduración durante la juventud.
- Sino que **estas mejoras** pueden ser explicadas en mejor medida por el proceso de formación y entrenamiento.

Sueño

Sleep



- **Para los jóvenes**, el calendario escolar y el calendario de competiciones aumenta aún más la deficiencia de sueño, pruebas preliminares que indican una mayor probabilidad de sufrir lesiones relacionada con horas de sueño insuficientes.
- Teniendo en cuenta las **posibles consecuencias de la falta de sueño en la salud, el comportamiento, la atención y el aprendizaje y el rendimiento deportivo**, parece necesario **intervenir** (por ejemplo, la formación adaptada y tal vez incluso la escolarización horarios) **para incentivar el sueño adecuado en atletas jóvenes**.

Sueño

Sleep

- **Ocurren varios cambios hormonales y neurológicos durante la pubertad**, que afecta a la regulación homeostática y del ritmo circadiano que los adolescentes tienen a la hora de dormir y despertarse más tarde veces, **con un nivel óptimo recomendado de sueño de 8.5-9.5h.**
- Sin embargo, **las tendencias internacionales indican una prevalencia de la insuficiente del sueño entre los adolescentes**, a menudo **provocada por el inicio de la escolarización, las exigencias académicas, actividades sociales y eventos, el consumo de cafeína y el tiempo frente a las pantallas.**



Crecimiento, madurez y el rendimiento deportivo

Growth, maturation and sport performance

- **El rendimiento deportivo durante la juventud** se basa en una **serie de variables físicas y fisiológicas** que **se rigen por el ritmo de crecimiento y la maduración**.
- **El deporte juvenil**, sin embargo, **es altamente selectivo**, con un proceso de exclusión / selección asociado comúnmente a lo que ocurre durante el intervalo de la pubertad y el crecimiento en la adolescencia, **que abarca el período comprendido entre los 9 y 15 años**.



Crecimiento, madurez y el rendimiento deportivo

Growth, maturation and sport performance

- **El rendimiento deportivo mejora progresivamente debido al crecimiento** y la maduración, **aunque el proceso de formación ayuda a mejorar aún más el rendimiento**; hay que tener en cuenta que **existe pero un desarrollo asíncrono a través de la infancia y adolescencia hasta la adultez temprana**.
- Por lo tanto, **la detección de talentos**, a largo plazo, **buscar la predicción del rendimiento y el desarrollo de los atletas de manera óptima sigue siendo un desafío**.
- **La investigación** ha desarrollado una **base científica sólida para apoyar la toma de decisiones**; pero los que participan en el **desarrollo de los jóvenes deportistas debe formar a personas con talento**, y **apreciar que tanto los cambios positivos, como los negativos en el rendimiento pueden estar más relacionadas con los ritmos biológicos que con entrenamiento y aptitudes finales**.

