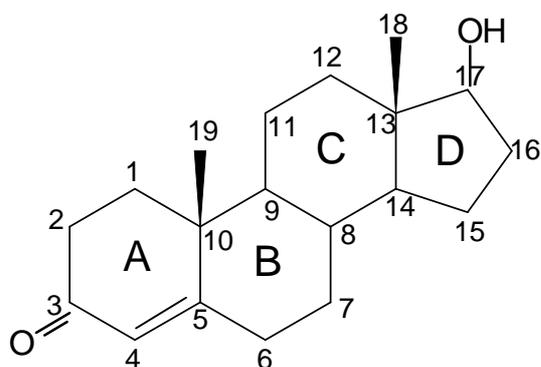
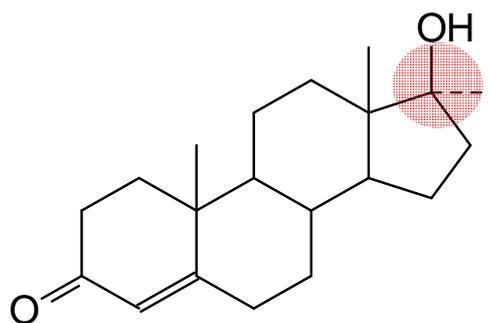


## ANALISIS DE ESTEROIDES.

Los esteroides anabolizantes son derivados químicos sintéticos de la testosterona modificados para mejorar la acción anabólica y minimizar la acción androgénica. La testosterona es una hormona esteroide sintetizada del colesterol y que cumple diversas funciones en diferentes etapas de la vida, es por lo tanto un compuesto de origen "natural" o "endógeno". En la figura adjunta se presentan las estructuras de la testosterona y la metiltestosterona que a diferencia de la testosterona es activo por vía oral



**Testosterona:** Androst-4-en 17 $\beta$  ol 3 ona



**Metiltest.:** 17  $\alpha$  metil androst-4-en 17B

La Testosterona durante el desarrollo embrionario, la acción androgénica, juega un papel determinante en el desarrollo del fenotipo masculino, posteriormente durante la pubertad, esta hormona es responsable del desarrollo de las características secundarias sexuales que transforman a los niños en hombres.

La testosterona regula muchos de los procesos fisiológicos en el hombre, incluyendo el metabolismo muscular de la proteína, funciones sexuales y cognitivas, eritropoiesis, metabolismo de lípidos y control del crecimiento del tejido óseo. Buena parte de estas capacidades fisiológicas pueden ser potencialmente

útiles en el deporte para que en combinación con dieta y entrenamiento se consiga mejorar el rendimiento deportivo de modo ventajista.

Como los esteroides tienen efectos sobre diversos sistemas orgánicos, existen incontables efectos secundarios que pueden variar en intensidad en función de la dosis, la duración del tratamiento, del tipo de esteroide y del propio metabolismo del deportista. Los efectos pueden ser a nivel cardiovascular, hepático, endocrinológico y psicológico.

Atendiendo al posible origen del esteroide se distinguen dos tipos de esteroides con efecto anabolizante; esteroides sintéticos o **exógenos** y los esteroides naturales o **endógenos**. Para demostrar la administración de un esteroide que podría tener un origen endógeno, se recurre por un lado a la cuantificación de la concentración de ciertos esteroides y su comparación frente a valores de referencia propios, estudio longitudinal, o frente a información descrita en el Documento Técnico de WADA TD2004EEAA. En este documento se describen los compuestos “naturales” prohibidos, **figura 1.**, los metabolitos que deben ser cuantificados y los valores de referencia para considerar que existe una situación “anómala”, **figura 2.**



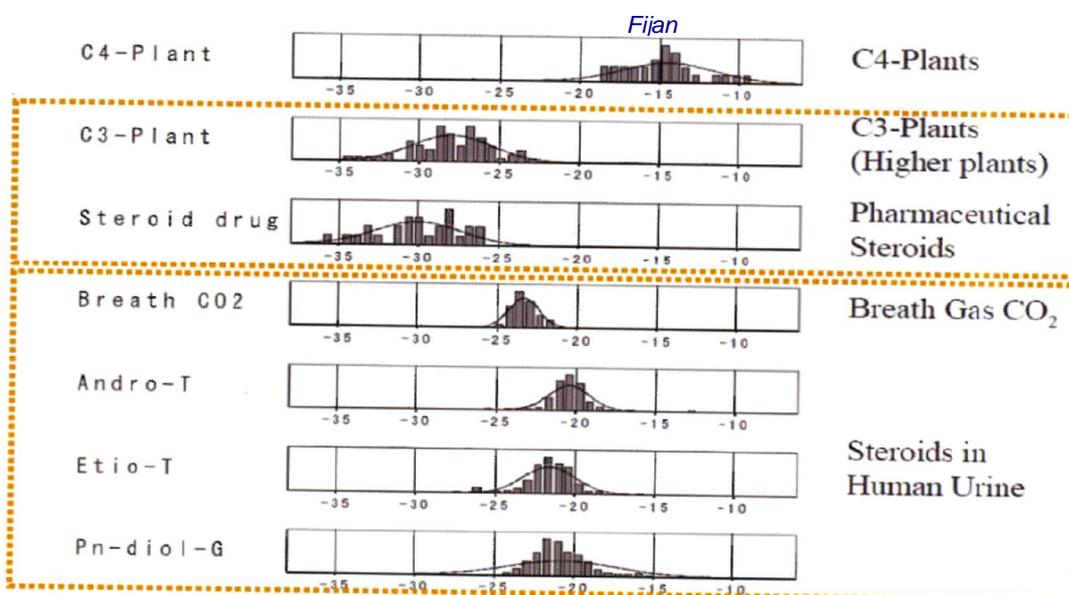
**androstenediol** (androst-5-ene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol); **androstenedione** (androst-4-ene-3,17-dione); **dihydrotestosterone** (17 $\beta$ -hydroxy-5 $\alpha$ -androstan-3-one) ;  
**prasterone** (dehydroepiandrosterone, DHEA); **testosterone**

**Figura 1.** Esteroides “naturales” prohibidos en el deporte

- $T/E > 4$ .
- *Concentración Etio A*  $> 10000$  ng/ml.
- *Concentración T o E*  $> 200$  ng/ml.
- *Concentración DHEA*  $> 100$  ng/ml..

**Figura 2.** Valores umbrales para considerar necesario activar un estudio de seguimiento para el “posible” consumo de esteroides naturales.

Por otro al empleo de la técnica de análisis por GC-C-IRMS, cromatografía de gases acoplada con la combustión y detección por espectrometría de masas de relaciones isotópicas, permite discriminar de modo definitivo si la presencia de una concentración de esteroide y/o su metabolito en la muestra es consecuencia de una circunstancia natural o una administración. La técnica se basa en medir la cantidad de C13 que compone cada uno de los esteroides. Por regla general los esteroides de origen "natural" tienen menor contribución de C13 puesto que su síntesis toma como materia prima esteroides que provienen de plantas tipo C3, ver **figura 3**.



**Figura 3.** Distribución de valores de  $\delta$ , contribución de C13, en función del origen del esteroide.

Para probar la presencia en una muestra de orina de un esteroide anabolizante o metabolito de carácter exógeno, sustancia que ninguna de las maneras puede aparecer de modo natural o patológico en la orina, se basa en la identificación frente a unos ciertos criterios, WADA TD2004IDCR, que se obtienen a partir del análisis por cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas.