

ESTEROIDES ANABOLIZANTES. ¿AYUDA ERGOGENICA?

José Carlos TEJEDOR LORENZO

Francisco ABARDIA COLAS

Alfredo MIGUEL AGUADO

Profesores de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal
E.U. de Educación. Palencia

Universidad de Valladolid

Ana CUBO NAVA

Estudiante de 5º de Medicina

I- INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en la Era Deportiva; si hay un acontecimiento que podría definir nuestro siglo, es el fenómeno deportivo, que se extiende más allá de lo puramente físico y orgánico. Cualquier persona de nuestra época de una manera o de otra "consume deporte".

Entrenadores y atletas están buscando continuamente maneras, medios, recursos... que hagan posible elevar la capacidad de trabajo del organismo y conseguir un primer puesto en una competición, en el ranking mundial o alcanzar el oro tan preciado de una olimpiada. Este deseo es tan grande, que se llega incluso a utilizar determinados métodos, **ayudas ergogénicas**, que supuestamente mejoran el rendimiento deportivo aún sabiendo que su uso, muchas veces va en detrimento de la salud física y mental así como de la calidad de vida para quien las utiliza.

Una de estas "ayudas" es la formada por un grupo de sustancias denominadas **esteroides anabolizantes** las cuales van a conformar el núcleo central del presente artículo.

Comenzaremos definiendo estas sustancias, estableciendo el origen de las mismas y las distintas variedades, así como los efectos que producen sobre el organismo que hace uso de ellas.

Una vez conozcamos y tengamos una situación y ubicación de éstas, trataremos de examinar y estudiar la forma que tiene nuestro organismo de controlar la producción y secreción de esteroides ana-

bolizantes utilizando la ruta normal y natural de biosíntesis de estas hormonas; dando paso, posteriormente, al análisis y control que nuestro organismo va a establecer cuando dichas hormonas son administradas de forma exógena.

Seguidamente explicaremos el mecanismo o la actuación de estas sustancias en los “tejidos diana” sobre los que van a tener efecto.

Para concluir el trabajo abordaremos los efectos secundarios y secuelas que el uso y abuso de estos fármacos pueden provocar en aquellos deportistas que los utilizan de manera progresiva y a lo largo de su “vida deportiva”.

II- ESTEROIDES ANABOLIZANTES, EJEMPLOS DEFINICIÓN Y ORIGEN

“Esteroides anabolizantes”, ¿quién no ha oído hablar de ellos?... Su implantación en el “mercado deportivo” ha provocado enormes discusiones, estudios e investigaciones en pos de un mayor conocimiento sobre el uso de los mismos y las repercusiones que producen sobre los organismos pluricelulares.

Los esteroides anabolizantes, son determinados compuestos químicos relacionados con la testosterona (hormona sexual masculina) que se utilizan en el contexto deportivo a fin de obtener un mayor rendimiento. Están considerados como sustancias o agentes dopantes, compuestos capaces de producir en el organismo un efecto de dopage, (Real Academia de la Lengua Española), con todas las connotaciones que este término implica. El dopage, según el prospecto de controles médicos del Comité Olímpico Internacional de 1988, según apunta Manso (1992, 305), consiste en la “administración a un(a) deportista o la utilización por el(la) mismo(a) de cualquier sustancia extraña al organismo o de una sustancia fisiológica en cantidades o por vías anormales con la intención de incrementar de una manera artificial o ilegal su rendimiento en competición”.

Dos son las formas que tiene el deportista para intentar incrementar su rendimiento deportivo haciendo uso de sustancias prohibidas. Por un lado, utilizando **agentes dopantes de acción rápida**, sustancias con efecto a corto y medio plazo. En este grupo se incluyen todos aquellos fármacos que se pueden utilizar en la competición

deportiva, ya sea anticipándose a esta (momentos anteriores a la prueba) o durante el transcurso de la misma. Sus efectos (estimulantes, analgésicos o relajantes) dependientes de la dosis empleada, van confinados a un período de tiempo limitado, generalmente algo superior al de la modalidad deportiva en que participe, pudiendo ir desde una a tres horas. En este grupo se incluyen algunos compuestos conocidos con el nombre de "drogas de abuso" pero también otros que se encuentran presentes en bebidas de uso popular como pueden ser el té o café.

Respecto a las drogas de abuso hay que hacer especial mención a las anfetaminas, quedando también incluidas en este grupo las aminas simpaticomiméticas de frecuente utilización farmacológica junto con otros productos para el tratamiento de afecciones comunes.

Por otro lado nos encontramos con los ESTEROIDES ANABOLIZANTES, como **agentes dopantes con efectos a largo plazo**. Si bien algunos de ellos pueden tener un efecto estimulante inmediato, su objetivo es el progresivo desarrollo e incremento muscular, óseo y celular del deportista a lo largo del proceso de entrenamiento que procure valores límites, no alcanzables sin el empleo de los mismos.

El empleo de estos fármacos produce las modificaciones fisiológicas necesarias para soportar el incremento de la cantidad y calidad del entrenamiento obteniéndose efectos ventajosos en el rendimiento deportivo.

La interrupción de estas sustancias días antes de la competición deportiva, puede evitar el ser detectadas por los controles antidoping efectuados en las pruebas deportivas. No obstante, sus efectos serán puestos de manifiesto en el organismo sobre el que se ha aplicado, consiguiéndose de este modo el propósito con el que han sido utilizadas.

Podemos definir los esteroides anabolizantes como un conjunto de sustancias, o aquellos agentes dopantes (drogas), que poseen un estructura y provocan unos efectos fisiológicos en el organismo sobre el que son administrados similares a la testosterona.

La testosterona es la hormona sexual masculina más activa. Produce un doble efecto, **masculinizante o androgénico**, responsable de la aparición de los caracteres sexuales masculinos, y **anabólico**, manifestado en la estimulación del desarrollo óseo, muscular y

celular. Este último efecto es el que se busca e intenta conseguir con el empleo de estas sustancias "prohibidas".

Los esteroides anabolizantes utilizados por algunos/as deportistas, son derivados de la testosterona en los que en base a un cuidadoso proceso de elaboración se ha logrado disminuir al máximo su efecto androgénico y potenciar su efecto anabólico. "Las modificaciones que han resultado útiles desde un punto de vista clínico son esterificaciones del grupo B-hidroxilo del C17, alquilaciones en la posición α del mismo C17 y modificaciones en la estructura cíclica. Mediante la esterificación se incrementa el período de actividad al disminuir la velocidad de liberación en la circulación sanguínea, pero los productos resultan inadecuados para administración oral y deben ser inyectados (p. ej., enantoato o cipionato de testosterona). El undecanoato de testosterona y el acetato de metenolona se hidrolizan lo suficientemente despacio en el hígado como para que puedan ser administrados por vía oral". (Manso, 1992, 324-325)

La utilización de los esteroides anabolizantes comenzó a raíz de la II Guerra Mundial por algunos médicos para tratar a pacientes que tenían enfermedades que atrofiaban los músculos. Serán las observaciones llevadas a cabo por un médico norteamericano halterófilo, quien automedicándose con estas sustancias descubre y advierte la ganancia de fuerza y de tamaño muscular superior al que hubiera alcanzado sin el uso de las mismas.

El uso y utilización de estas hormonas se basa en el efecto directo que tienen sobre el aumento de la fuerza muscular en aquellos sujetos que llevan a cabo un programa de entrenamiento sistematizado y planificado. Los niveles de fuerza alcanzados serán superiores a los conseguidos sin el empleo de estos fármacos. "La testosterona secretada por los testículos del varón tiene un efecto anabólico poderoso, lo que significa que produce un depósito enormemente aumentado de proteínas por todo el cuerpo, en especial los músculos" (Guyton, 1987, 663). De ahí que las modalidades deportivas mayormente implicadas en el empleo de estas sustancias hayan sido aquellas en las que se precise de un alto grado de fuerza, velocidad y potencia (halterofilia, los lanzamientos, fútbol americano, baloncesto, velocista...). La utilización de estos fármacos, a fin de lograr los objetivos perseguidos, requiere de un perfecto control y equilibrio entre tres

factores: el plan de entrenamiento deportivo, una dieta rica en proteínas y la administración de dosis adecuadas de estas sustancias.

Los esteroides anabolizantes también han sido utilizados para estimular la hematopoyesis (producción de células sanguíneas) y como agente estimulante para potenciar la agresividad y competitividad por su efecto directo sobre el sistema nervioso.

Cabe señalar que la utilización de esteroides anabolizantes en personas que no llevan ningún plan de entrenamiento no producen modificaciones significativas sobre la masa ponderal del sujeto ni sobre los incrementos de fuerza del mismo.

El empleo de la testosterona implica cambios fisiológicos a nivel de determinados complejos, uno de estos cambios se produce en la relación que mantiene esta hormona con la epitestosterona. Para que una muestra de esta hormona dé positivo en un control antidoping la relación testosterona/epitestosterona debe ser superior a 6.

La lista de esteroides anabolizantes que el Comité Olímpico Internacional prohíbe es la siguiente:

BOLASTERONA	METENOLONA
BOLDENONA	METILTESTOSTERONA
CLOSTEBOL	NANDROLONA
DESHIDROCLOROMETILTESTOSTERONA	NORETANDROLONA
ESTANOZOLOL	OXANDROLONA
MESTEROLONA	OXIMESTERONA
FLUOXIMESTERONA	OXIMETOLONA
METADIENONA	TESTOSTERONA

III- CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y SECRECIÓN DE HORMONAS ESTEROIDEAS POR EL ORGANISMO:

Las hormonas esteroideas se producen principalmente en las gónadas, en la placenta y la corteza suprarrenal. Para que éstas sean sintetizadas y liberadas, necesitan ser activadas por las hormonas gonadotrópicas del lóbulo anterior de la hipófisis. A su vez tanto la activación de las hormonas gonadotrópicas como la inhibición de estas, depende del estímulo provocado por el hipotálamo. El hipotála-

mo a su vez está conectado con el cerebro, verdadera unidad central de control, a través de las neuronas. Vemos por tanto, como existe una jerarquización de funciones en una reacción en cadena, dentro de la cual el malfuncionamiento de un eslabón de la misma provocará la no liberación de estas hormonas esteroideas.

En resumen, cuando sobre el hipotálamo actúan los estímulos adecuados, este envía factores de liberación que actúan sobre la hipófisis anterior liberando las gonadotropinas, y aquellas a su vez, serán las encargadas de provocar la secreción y producción de hormonas esteroideas en los órganos endocrinos correspondientes. (Ver Figura nº 1)

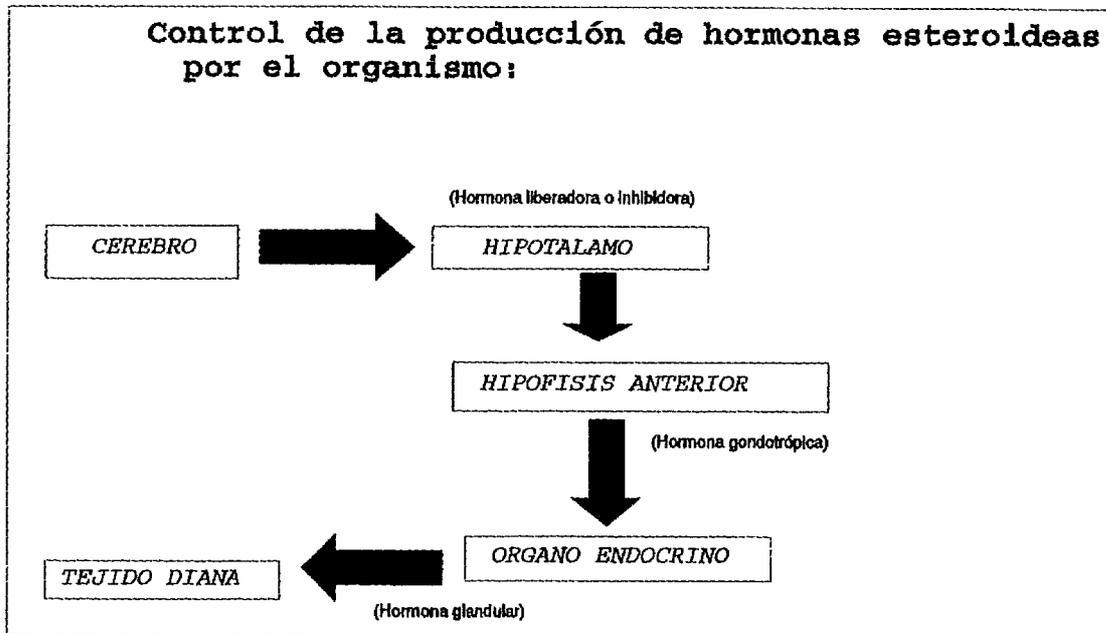


FIGURA 1.

La liberación de las hormonas esteroideas a su vez servirá de retroinformación y de regulador al eje hipotalámico-hipofisiario. Cuando la concentración de esta hormona alcanza niveles elevados, esta información actúa sobre ambas estructuras jerárquicas para que se detenga la producción de esta hormona (mecanismo de retroinhibición).

Como consecuencias de esta autoregulación de la propia hormona encontramos: por un lado, que la propia administración de testosterona exógena provoca o anula el mecanismo natural de producción de ésta por el mecanismo de retroinhibición. Es por ello que el empleo a largo plazo y durante un período prolongado de tiempo de estos fár-

macos puede reducir la funcionalidad de los testículos e incluso hacer que estos se atrofién.

Por otro lado, si se administran hormonas hipotalámicas o hipofisarias, se incrementará la producción de estas hormonas esteroideas por el testículo mediante el mecanismo de producción o ruta biológica normal, incluso cuando la concentración de ésta sea ya elevada. Esto provoca una paralización o anulación de uno de los mecanismos de autoregulación que posee esta hormona y explica que la concentración de estas hormonas esté por encima de los valores fisiológicos normales.

IV- FUNCIONAMIENTO Y MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS ESTEROIDES. ANABOLIZANTES ANDROGÉNICOS:

La **testosterona** es una hormona con gran poder androgénico anabolizante. Sin embargo, en su forma natural sobre las células diana en las que puede provocar sus efectos, permanece inactiva. Esta hormona, producida principalmente por las células de Leydig en el testículo, viaja por la sangre unida a proteínas transportadoras al igual que las restantes hormonas esteroideas por su naturaleza liposoluble.

La naturaleza hidrófoba de estas hormonas hace que al llegar a las células diana atraviesen con facilidad la membrana de estas. Una vez dentro de la célula, la testosterona inactiva, se transforma en **dihidrotestosterona**, forma activa de esta hormona esteroidea y causante de la mayoría de los cambios biológicos que produce la testosterona. Este nuevo compuesto accede al núcleo de las células donde los receptores específicos androgénicos esperan. "La unión hormona al receptor modifica la conformación de éste, lo que permite la exposición de zonas de unión a la cromatina. Cuando el complejo se une al ADN se activa la expresión de un número reducido de genes, lo que será responsable de la modificación del fenotipo inducida por la hormona". (Manso, 1992, 330).

De manera breve, resumida y escueta, ése sería el mecanismo de acción de la hormona que nos ocupa el presente artículo. Hemos de decir que sobre este tema todavía hay mucha controversia y existen diversas hipótesis. Los numerosos estudios y experimentos llevados a cabo hasta el momento no han aportado los datos suficientes

para saber si los genes que se activan con distintos esteroides anabolizantes son los mismos o por el contrario son distintos.

V- EFECTOS SECUNDARIOS DEL USO Y ABUSO DE ESTEROIDES. ANABOLIZANTES ANDROGÉNICOS:

Debido a que los efectos de estas hormonas, no tienen lugar de manera inmediata, apareciendo con posterioridad al uso de las mismas, como anteriormente hemos comentado, y al desconocimiento de quienes las utilizan; resulta complejo establecer cifras y datos cuantificables con rigor. Los datos que hasta el momento se conocen indican lo siguiente:

- 1- El empleo de estas hormonas provoca la inhibición de la síntesis y liberación de las hormonas del eje hipotálamo-hipofisario y por tanto la producción de testosterona por el testículo (ver apartado referido al mecanismo de acción y funcionamiento), lo que afecta a la maduración del espermatozoide y puede llegar a provocar **atrofia testicular**. Estos daños pueden solventarse cuando el uso de estos fármacos no ha sido durante un período de tiempo muy largo, en caso contrario el problema será permanente e irreversible.
- 2- En la mujer provoca trastornos generalmente graves e irreversibles en la **menstruación**, además, produce una **virilización** de la misma (aparición de algunos caracteres sexuales masculinos). "Estos incluyen {masculinización}, perturbación del patrón normal de crecimiento mediante el cierre prematuro de las placas de crecimiento óseas (también ocurre en los chicos), cambios de la voz, acné, hirsutismo e hipertrofia de clítoris. Los efectos a largo plazo sobre la función reproductora se desconocen, pero los esteroides anabólicos pueden ser perjudiciales en esta área". (MacArdle, 1990, 432).
- 3- El empleo de esteroides anabolizantes produce o provoca una reducción de los niveles de colesterol ligados a las lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) por debajo de los niveles fisiológicos aceptables. Esta **disminución de las HDL-C** hace que la población que a edades tempranas comienza a utilizar estas sustancias, sea considerada como de alto riesgo de padecer enfermedades coronarias.

- 4- Algunos estudios (Manoso, 1992, 330) demuestran que el uso de esteroides anabolizantes alquilados en el carbono 17, de aplicación oral, ha sido asociado a **alteraciones hepáticas graves**, incluido el cáncer.
- 5- En los niños estos esteroides pueden originar un cierre prematuro de la epífisis de los huesos largos, lo cual lleva a una **cesación del crecimiento**. (Astrand, 1985, 469)
- 6- Otro posible efecto secundario de la utilización de esteroides anabolizantes se relaciona con **alteraciones nerviosas y cambios psicológicos** en el sujeto que las toma. El empleo de estos fármacos como agentes estimulantes de la agresividad y competitividad puede desembocar en comportamientos violentos incontrolados cercanos a los a los experimentados por sujetos neuróticos o maniacodepresivos.
- 7- Otras modificaciones producidas por el uso de esteroides anabolizantes se relacionan con **alteraciones dermatológicas** como pueden ser la alopecia androgénica, acné, quistes sebáceos, ictericia y otras infecciones bacterianas dérmicas.
- 8- Al igual que ocurre con la electroestimulación, el uso de estos esteroides anabolizantes puede provocar **lesiones** por aumento rápido de la fuerza muscular (desarrollo del tejido contractil) no acompañado de un desarrollo de los ligamentos y tendones (tejido elástico).

Para concluir este apartado vamos a señalar y expresar la postura que ha tomado el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) sobre el uso y abuso de esteroides anabólicos androgénicos en el deporte. (Recogido por MacArdle y otros, 1990, 431)

LA POSICIÓN DEL ACSM SOBRE LOS ESTEROIDES ANABÓLICOS

Basada en una amplia revisión de la literatura mundial y en un análisis cuidadoso de las pretensiones hechas a favor y en contra de la eficacia de los esteroides anabólicos-androgénicos para mejorar el rendimiento físico humano, la postura del Colegio Americano de Medicina Deportiva es que:

- 1- Los esteroides anabólico-androgénicos en presencia de una dieta adecuada pueden contribuir en aumentar el peso corporal, a menudo en el compartimiento de masa magra.
- 2- Las ganancias en la fuerza muscular logradas mediante el ejercicio de alta intensidad y una dieta adecuada pueden darse por el uso aumentado de esteroides anabólicos-androgénicos en algunos individuos.
- 3- Los esteroides anabólicos-androgénicos no aumentan la potencia aeróbica ni la capacidad de ejercicio muscular.
- 4- Los esteroides anabólicos-androgénicos se han asociado con efectos adversos sobre el hígado, el sistema cardiovascular, el sistema reproductivo, y el estado psicológico en pruebas terapéuticas y en investigaciones limitadas realizadas con atletas. Hasta que se completen investigaciones adicionales, los peligros potenciales del uso de esteroides anabólicos androgénicos en los atletas deben incluir los encontrados en las pruebas terapéuticas.
- 5- El uso de esteroides anabólicos-androgénicos por los atletas es contrario a las reglas y a los principios éticos de la competición atlética tal y como está establecido por muchas entidades que gobiernan el deporte. El Colegio Americano de Medicina Deportiva apoya estos principios éticos y deplora el uso de esteroides anabólicos-androgénicos por los atletas.

BIBLIOGRAFIA

ASTRAND, P.O. y RODAHL, K. (1985): *Fisiología del trabajo físico. Bases fisiológicas del ejercicio*. Panamericana. Buenos Aires.

GUYTON, A. C. (1987): *Fisiología humana*. Interamericana. Mexico.

MACARDLE, V.D. , KATCH FRANK. I. y KATCH. VICTOR L.(1990): *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Alianza Deporte. Madrid.

MANSO MARTINEZ, R. (1992): "Efectos fisiológicos y mecanismo de acción de las sustancias y métodos de dopaje" en GONZALEZ GALLEGO, J: *Fisiología de la actividad física y el deporte*. (pp. 303-335). Interamericana. Barcelona.

MOREHOUSE, L.E. y MILLER, A.T. (1986): *Fisiología del ejercicio*. El Ateneo. Buenos Aires. 9ª ed.

VILLA, J.G. y DE PAZ, J.A. (1990): "La problemática del dopaje". *Revista Perspectivas de la Actividad Física*. N°3. Enero.