

LOS ANABOLIZANTES. MECANISMOS DE ACCIÓN, EFECTOS FISIOLÓGICOS Y RIESGOS INDESEABLES PARA EL DEPORTISTA

Joan Ramon Barbany.

Profesor de Fisiología del Ejercicio, INEFC-Barcelona.

Profesor Titular de Fisiología, Facultad de Medicina, Barcelona.

Introducción: un ejemplo a evitar

“El paciente ingresado, halterófilo, se encontraba en estado lamentable. Padecía lesiones múltiples neurológicas, musculares y articulares. Entre ellas: rotura completa del cuádriceps, del recto interno, luxación de rótula y lesiones múltiples ligamentarias y tendinosas en la rodilla y el codo. Se hallaba inconsciente y era incapaz de articular palabras. Sanó por completo después del correspondiente tratamiento reparador y quirúrgico.

Antecedentes: en el momento de su ingreso recibía:

- Metandrostenolona, 60 mg/día por vía oral,
- Propionato de testosterona, 300 mg

por vía intramuscular, dos veces por semana,

- Gonadotropina coriónica humana, 10.000 U.I. una vez por semana.

Este tratamiento había sido administrado durante las 10 semanas anteriores a la competición.

La semana inmediatamente anterior:

- Cipionato de testosterona, 25 mg/día por vía oral.

El día precedente al de la competición además se había administrado:

- Furosamida, 15 mg por vía intramuscular.
- Furomasida, 160 mg por vía oral.
- Potasio, 75 mg por vía oral.
- NaCl, 16 tabletas.

Obviamente todo ello sin ningún control médico”¹.

El extraordinario aumento de la com-

petitividad deportiva obliga a una mejora constante de la performance deportiva. Para ello el atleta precisa someterse a procedimientos de entrenamiento cada vez más sofisticados y mejor elaborados, aumentar la eficacia biomecánica de sus gestos deportivos, recibir soportes psicológicos y ergogénicos y cumplir estrictamente un calendario de desarrollo de sus actividades, elaborado y diseñado a fin de lograr una potencialización óptima de sus aptitudes. Sólo de esta forma puede mantener ciertas expectativas de obtener el éxito esperado.

El nivel de esfuerzo al que se le somete se encuentra a menudo por encima de sus capacidades y disponibilidades biológicas, lo que puede inducirle a la utilización de medios no

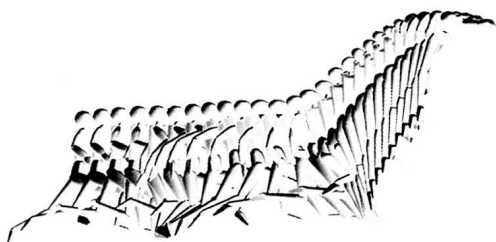
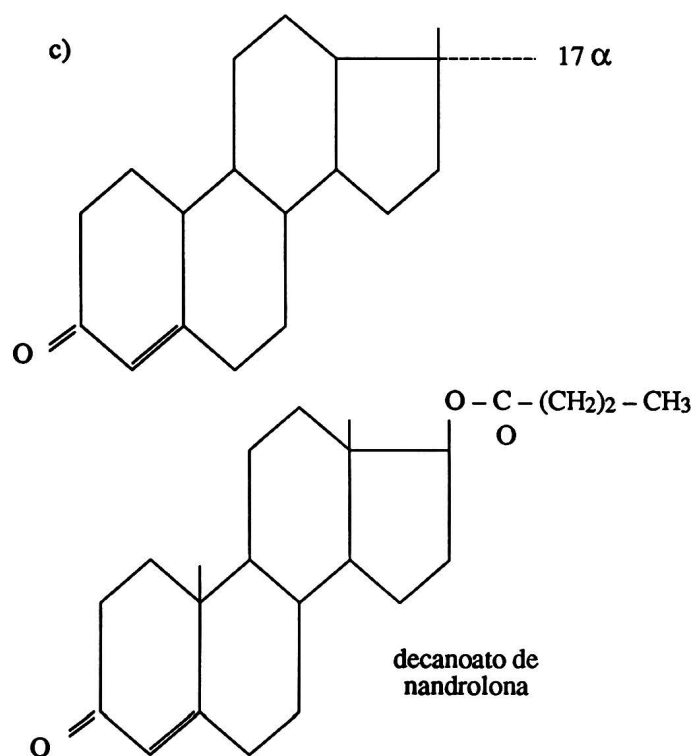
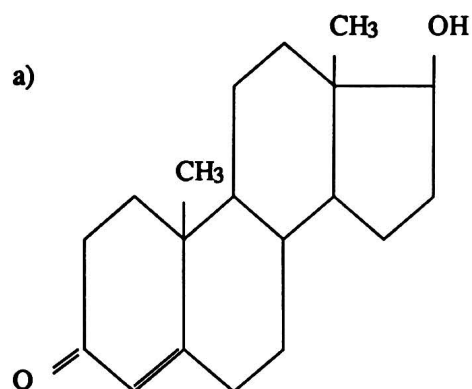
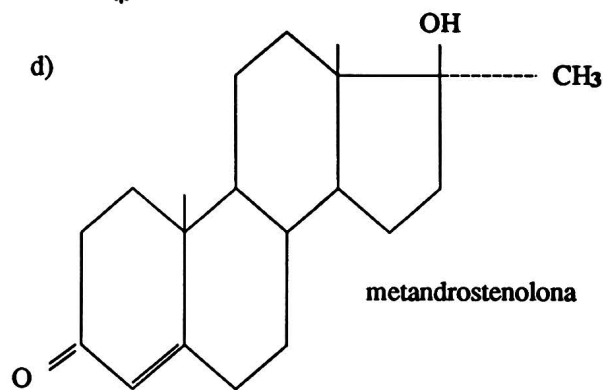
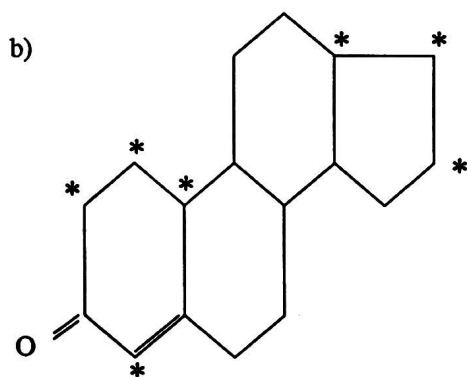


Figura 1. ESTRUCTURA MOLECULAR DE LOS ANDRÓGENOS NATURALES Y SINTÉTICOS

- a) testosterona.
- b) andrógenos esteroides sintéticos: puntos principales de adicción de radicales (*).
- c) estructura básica de los andrógenos sintéticos orales: todos ellos poseen distintos tipos de radicales (metilo, alquilo, etc.), a nivel del C-17, en posición isomérica α .
- d) estructura de dos andrógenos esteroides sintéticos: metandrostenolona (DIANABOL[®]), esteroide con acción por vía oral y decanoato de nandrolona (DECA-DURABOLIN[®]), de administración parenteral.



lícitos, calificables como dopage. Con ello además de transgredir gravemente las normas éticas deportivas daña su salud.

Uno de los procedimientos más utilizados para obtener una mejora sustancial del rendimiento, tanto en deportes de fuerza como en deportes de endurance, consiste en la administración de anabolizantes. Su importancia e interés, progresivamente crecientes en algunos medios deportivos, son debidas tanto a su probada eficacia como a la dificultad que presenta su detección y control por las autoridades médico-deportivas. No obstante, con su utilización el deportista además de contravenir las normas del "fair play" puede poner en grave peligro su salud e incluso su vida². Es nuestro objetivo en el presente artículo incidir en algunos de los aspectos de esta problemática.

Los anabolizantes utilizados como dopantes en la práctica deportiva pueden ser clasificados en tres grupos: andrógenos (de síntesis y naturales), hormona de crecimiento (STH, GH) y gonadotrofina coriónica humana (HCG).

Utilización de andrógenos

Los andrógenos fisiológicos (testosterona, sus precursores y sus derivados) se sintetizan a partir de la pubertad en grandes cantidades en las células de Leydig testiculares, en respuesta a diversos factores entre los que destaca la hormona lúteo-estimulante (LH) de origen hipofisario. Además de esta localización específica, otros órganos y glándulas endocrinas corporales presentan una cierta capacidad de síntesis de andrógenos, aunque en mucha menor

Figura 2. METABOLISMO Y MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS ANDRÓGENOS

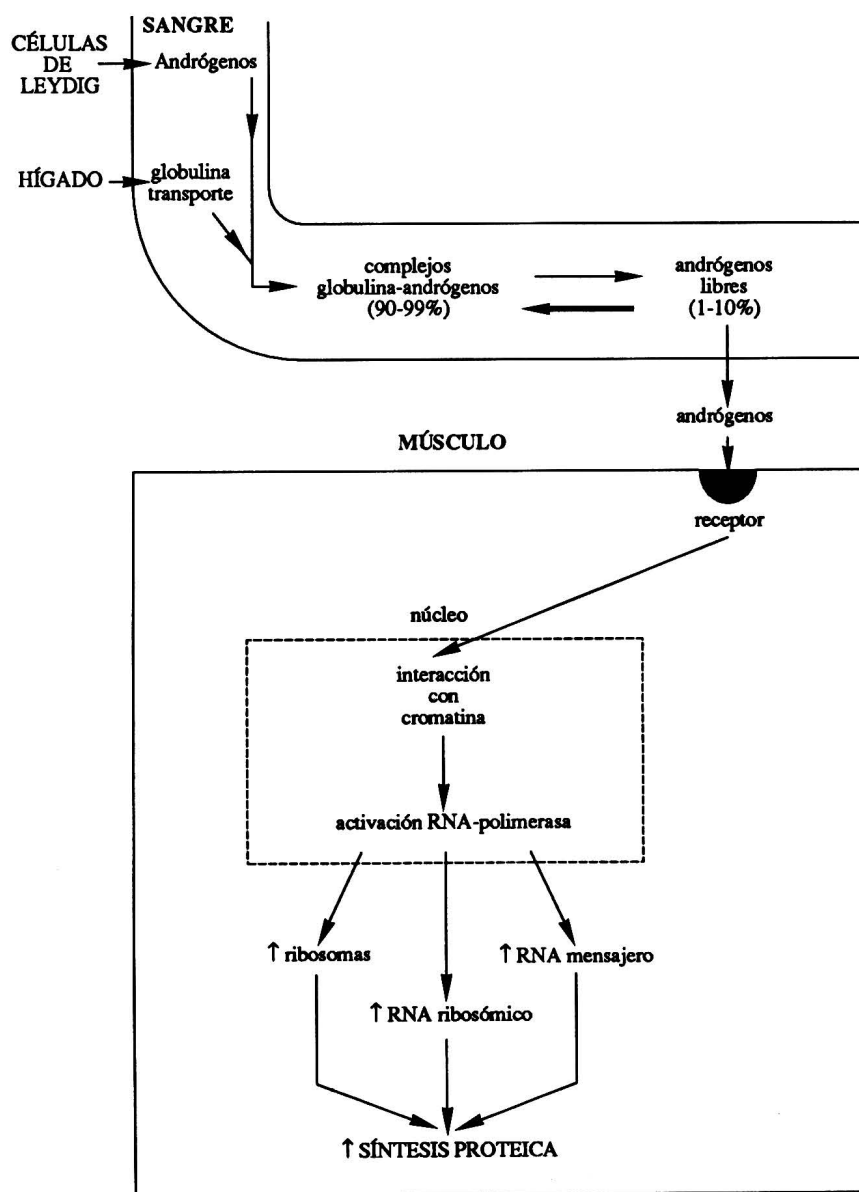




Foto Sport 78/20. Duel-Vasily Alekseev. V. Polynin VR 55.

cantidad: la corteza suprarrenal y el ovario son los más importantes. Por este motivo es normal y fisiológica la presencia de pequeñas concentraciones de andrógenos plasmáticos en la mujer y los niños impúberes. Los rangos normales de concentración plasmática postpuberal son de 5-12 mg/ml, en varones adultos normales.

Su acción fisiológica presenta una doble vertiente: además de sus funciones androgénicas, presentan también importantes acciones anabolizantes, participando junto a otros mediadores hormonales en el desarrollo corporal, potenciando el crecimiento y desarrollo óseo y sobre todo el muscular.

Tabla I. ACCIONES FISIOLÓGICAS DE LA TESTOSTERONA

a) Acciones androgénicas

desarrollo puberal y crecimiento órganos sexuales
crecimiento y desarrollo de las vesículas seminales
crecimiento y desarrollo de la próstata
cambio del tono de voz
conversión cabello "inicial" (infantil) a "terminal"
desarrollo pilosidad facial y vello púbico
aumento de la actividad de las glándulas sebáceas
aumento de la libido y del interés sexual

b) Acciones metabólicas

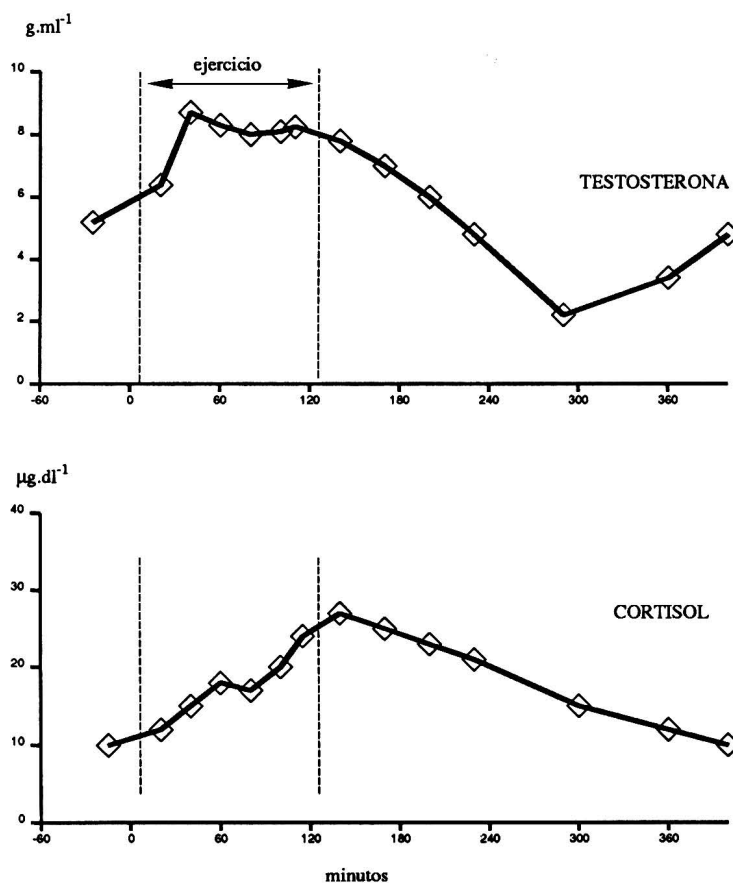
aumento masa muscular
aumento contenido hemoglobina de la sangre
aumento del volumen de los eritrocitos
disminución del contenido graso corporal
control de la distribución de grasa
aumento de la tasa de mineralización ósea
positivación del balance nitrogenado
retención selectiva de algunos electrolitos

Estructura y mecanismo de acción

De la totalidad de andrógenos naturales es la testosterona la más abundante en su concentración plasmática. Presenta una estructura química característica. Los anabolizantes hormonales de síntesis presentan estructuras químicas semejantes a los naturales, aunque con algunas diferencias que condicionan sus características y propiedades. Así en los orales existe siempre un radical corto (metilo o alquilo) en la posición correspondiente al C-17. Pueden añadirse además otros grupos químicos específicos si lo que se pretende es mejorar su resistencia a la inactivación hepática, con lo que al prolongar su permanencia en el plasma se potencian sus efectos (Figura 1).

Los andrógenos, tanto naturales como administrados exógenamente, se transportan por la sangre combinados casi en su totalidad con globulinas específicas de origen hepático, aunque las formas activas sean las libres, no conjugadas. Hay entre ambas un equilibrio continuo, por lo que siempre existe, aunque pequeña, presencia de formas libres en el plasma. Son éstas las biológicamente activas, uniéndose a receptores específicos de la fibra muscular, atravesando el sarcolema y el sarcoplasma y llegando hasta el núcleo donde interaccionan con la cromatina nuclear. Producen un efecto de activación de la RNA polimerasa DNA dependiente (tipos I y II), lo que estimula la formación de ribosomas y la síntesis de RNA ribosómico y RNA mensajero. Este proceso ocasiona un notable incremento de la síntesis de proteínas contráctiles, expresada por la consiguiente hipertrofia muscular (Figura 2). Es muy posible que el progresivo aumento del diáme-

Figura 3. MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA DE CORTISOL Y TESTOSTERONA EN UN EJERCICIO DE LARGA DURACIÓN (adaptada de McConnie, S.E. y cols., *N. Engl. J. Med.*, 315, pp. 411-417, 1986.)



tro de la fibra, alcanzado un cierto grado, sea responsable de la escisión longitudinal de la fibra muscular, apareciendo hiperplasia. Aunque en animales ello parece probado, en humanos no existen evidencias concluyentes al respecto, aún a pesar de recientes investigaciones^{3, 4, 5}. La con-

secuencia final es un importante incremento de la energía, de la contracción y la fuerza muscular.

Acciones fisiológicas de la testosterona

Se distinguen dos diferentes niveles funciones androgénicas y funciones metabólicas anabolizantes (Tabla I).

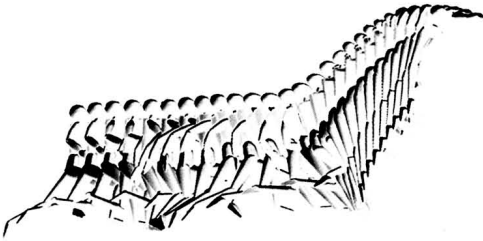
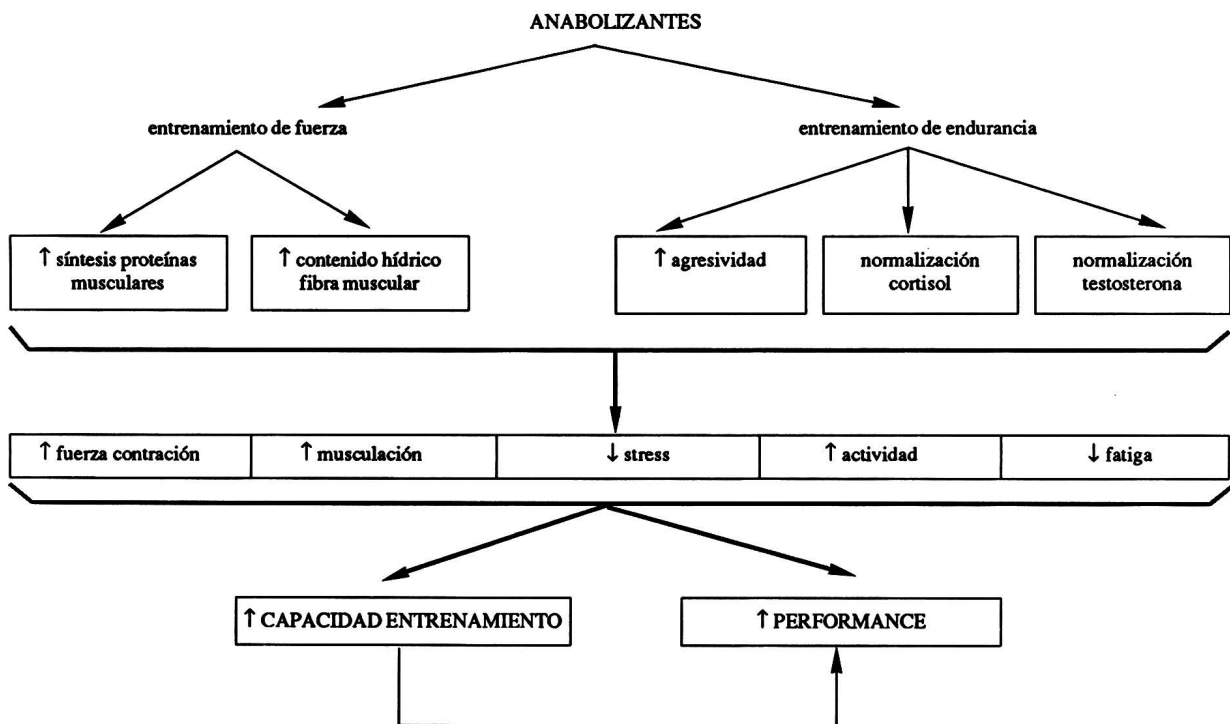


Figura 4. EFECTOS DE LOS ANABOLIZANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO



Acciones de los andrógenos sobre el rendimiento deportivo

a) *sobre la musculación*: los andrógenos actúan a un doble nivel. Por un lado, el incremento de la síntesis de proteínas contráctiles que provocan y el aumento del contenido hídrico de la fibra da lugar a una mayor masa muscular (quizá con la contribución adicional de un efecto de hiperplasia), que es responsable de un aumento notable de la musculación. A partir de aquí se deduce el efecto inmediato de aumento de la potencia muscular. Con ello es posible aumentar la intensidad del entrenamiento, que a su vez redun-

da en un incremento aun mayor de la fuerza muscular, expresando un claro efecto de bio feed-back positivo.

b) *en ejercicios de endurance*: los efectos postulados de los andrógenos son diferentes: el stress de la competición, especialmente en los atletas emotivos, ocasiona un incremento de la producción de cortisol, sobre todo en ejercicios de larga duración que junto a efectos metabólicos específicos inhibe en parte la secreción testicular, con disminución de la liberación de testosterona a la sangre (Figura 3). Por este motivo, disminuye la actividad muscular, la genera-

ción de fuerza, la agresividad y la capacidad de entrenamiento, todo ello con claros efectos negativos sobre la performance. Basándose en ello algunos autores^{6,7} llegaron a postular la legitimación de la administración moderada de andrógenos (el así denominado "reequilibrado biológico del entrenamiento"), con la finalidad de normalizar la liberación y secreción de testosterona en estas situaciones. No obstante queda claro hoy día que, cualquiera que sea la causa y motivo, la administración exógena de anabolizantes a los atletas es dopante, siempre independientemente de la finali-

rendimiento y entrenamiento

Tabla II. REVISIÓN COMPARATIVA DE LA ACCIÓN DE LOS ESTEROIDES ANABÓLICOS SOBRE EL VARÓN (8)
a) EFECTOS EN AUSENCIA DE UN PROGRAMA ESPECÍFICO DE ENTRENAMIENTO

Autor y año	Droga, dosis y tiempo de aplicación	Doble ciego	Estudio cruzado	Control placebo	Aumento relación masa / fuerza	Significación estadística
Fowler et al (65)	Nibal 20 mg/día 16 semanas	sí	no	sí	no	no
Weis y Mueller (68)	Dianabol 10 mg/día 17 días	no	no	no	no	no
Johnson y O'Shea (69)	Dianabol 19 mg/día 6 semanas	sí	no	no	no	no
Munson (70)	Anavar 20 mg/día 4 semanas	sí	no	sí	sí	no
Casner et al (71)	Winstrol 6 mg/día 42 días	sí	no	sí	no	no
Johnson (72)	Dianabol 10 mg/día 7 semanas	sí	no	sí	sí	sí
Fahey y Brown (72)	Deca-Durabolín 4 iny 1 mg/kg en 9 semanas	sí	no	sí	no	no
Colegio Noruego de Ed. Física (74)	Mestormum 75, 150 mg 2 tandas de 4 sem.	sí	no	sí	no	no
Win-May y Mya-tu (75)	Dianabol 5 mg/día 3 meses	sí	no	sí	sí	sí
Hervey et al (76)	Dianabol 100 mg/día 6 semanas	sí	sí	sí	sí	sí

dad y de las razones funcionales que puedan aducirse. En la Figura 4 se esquematizan los efectos de la administración de andrógenos en uno y otro caso sobre el rendimiento deportivo. Taylor⁸ revisó una serie de trabajos de la literatura efectuados todos ellos sobre varones y con distintos tipos de andrógenos, pautas de tratamiento y formas de administración. A partir de los resultados de este estudio comparativo se deduce que la administración exógena de andrógenos no tiene efectos sobre la musculación y la potencia muscular si no se acompaña de un programa de entrenamiento bien elaborado que incluya además estrate-

gias dietéticas especiales de suplementación proteica (Tabla II). Este tipo de investigaciones suponen un riesgo claro para la salud, por lo que motivos éticos no las hacen factibles en la actualidad. Por ello no existe una revisión bibliográfica completa actualizada como la realizada hace ya algunos años por Taylor. Sin embargo todo parece indicar que, en efecto, la administración de anabolizantes andrógenos actúa mejorando de manera clara la performance deportiva por su acción a diversos niveles: aumento de la fuerza muscular y de la masa corporal, aumento de la volemia, aumento del volumen de eyección sistólica

en el ejercicio, aumento del flujo sanguíneo muscular en los territorios afectos y probablemente también mejora de la eficiencia energética y aumento del VO₂ máx. Todo ello siempre que coincidan junto a la administración de anabolizantes la práctica de entrenamiento intensivo y la instauración de una dieta hiperproteica bien elaborada y equilibrada.

Efectos nocivos de la administración de esteroides anabolizantes por períodos prolongados de tiempo

Dado que estudios convenientemente protocolizados de los efectos nocivos de la administración de esteroides anabolizantes no son posibles, se hace preciso recurrir a modelos animales, de los que se obtienen datos siempre necesariamente aproximativos, que se completan con los procedentes de estudios clínicos humanos aislados efectuados en algunos países con mayor tolerancia, o bien a partir de observaciones resultantes de la práctica profesional.

Estos datos fraccionarios permiten postular la acción degenerativa sobre el componente conjuntivo del tendón de los tratamientos prolongados con esteroides anabolizantes, muy evidente si el modelo incluye además un efecto de entrenamiento específico para el animal^{9, 10} (Figura 5). Asimismo estudios en humanos han mostrado que la administración durante períodos largos de tiempo de distintos tipos de anabolizantes por vía oral y parenteral ocasiona grandes modificaciones en los patrones hormonales de la respuesta endocrina, con aumentos sostenidos de la testosterona circulante por el plasma, pero también del estradiol. A las 26 semanas (Figura 6) se ha duplicado la concentración plasmática de



los primeros y se obtiene para el estradiol cifras plasmáticas tan elevadas que alcanzan los valores propios del sexo femenino. Con la suspensión del tratamiento, el efecto de rebote es rápido y espectacular, disminuyendo de forma brusca especialmente la testosterona y también, aunque en menor medida, el estradiol, que permanecen disminuidos durante mucho tiempo después de la suspensión del tratamiento, en un claro efecto de inhibición¹¹. También se producen modificaciones importantes en otros efectores hormonales: eje ACTH-cortisol, gonadotropinas hipotálamicas y hormonas tiroestimulantes y tiroidea^{12,13}. Se alteran las funciones sexuales con anomalías en la producción de esperma y anormalidad de las formas celulares espermáticas¹⁴, así como graves trastornos del perfil normal de los patrones lipídicos sanguíneos, entre los que conviene destacar la importante disminución de HDL colesterol. Posiblemente ello tenga relación además con el riesgo de una mayor incidencia de trastornos clínicos vasculares y cardiológicos, si bien esta última posibilidad no ha podido ser demostrada^{15, 16, 17}. El resumen de los efectos indeseables asociados a la administración de esteroides anabolizantes se indica en la Tabla III.

Utilización de la hormona de crecimiento humana (SH), (GH)

Estructura y mecanismo de acción

La hormona del crecimiento es liberada por la adenohipófisis a consecuencia de los estímulos recibidos desde el hipotálamo en respuesta a un factor de liberación específico ("releasing

b) EFECTOS EN PROGRAMAS EN LOS QUE SE INCLUÍA ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO DE FUERZA

Autor y año	Droga, dosis y tiempo de aplicación	Doble ciego	Estudio cruzado	Control placebo	Suplemento proteico	Aumento relación masa / fuerza	Significación estadística
O'Shea y Wikler	Anavar 10 mg/día 6 semanas	no	no	no	sí	sí	sí
O'Shea (71)	Dianabol 10 mg/día 4 semanas	no	no	sí	sí	sí	sí
Bowers y Readon (71)	Dianabol 10 mg/día 5 semanas	sí	no	sí	sí	sí	sí
Ariel (72)	Dianabol 10 mg/día 8 semanas	sí	no	sí	no	no	no
Ward (73)	Dianabol 10 mg/día 4 semanas	sí	no	sí	no	sí	sí
Golding (74)	Dianabol 10 mg/día 12 semanas	sí	no	sí	sí	no	no
Stanford y Moffat (74)	Dianabol 20 mg/día 4 semanas	sí	no	sí	sí	sí	sí
O'Shea (74)	Winstrol 8 ng/día 4 semanas	sí	no	sí	sí	sí	sí
Berg y Keul (74)	Deca-Durabolín 50 mg cada 12 d. (8 sem)	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Freed et al (75)	Dianabol 10 mg/día y 25 mg/día (6 sem.)	sí	no	sí	no	sí	sí

Fuente: Taylor, W.N., Anabolic Steroids and the Athlete. Mc Farland Pub, Londres, 1982, p. 22.

factor"). La GH es de naturaleza peptídica y con una secuencia de aminoácidos conocida y utilizada en la clínica como hormona específica del crecimiento humana para el tratamiento de algunas formas particulares de enanismo hipofisario. Después de su vaciado a la sangre es metabolizada principalmente en el hígado en distintas formas, conocidas como somatomedinas, factores de crecimiento 1 y 2 y factor estimulante de la multiplicación celular, como los más conocidos. Existe un complejo sistema regulador de la producción de hormona del crecimiento humana,

con factores activadores e inhibidores (Figura 7).

Las acciones de la hormona del crecimiento se efectúan esencialmente a través de las somatomedinas y factores "insulin like". Todos ellos actúan a nivel de la práctica totalidad de las células del organismo, con efectos anabolizantes sobre el metabolismo glucídico y graso y sobre la síntesis de proteínas específicas, entre ellas de la colágena. En la Tabla IV se indican de manera esquemática las principales acciones fisiológicas de carácter metabólico atribuibles a la hormona de crecimiento.

Presenta su mayor actividad con concentraciones plasmáticas elevadas en los períodos de la vida de más desarrollo y crecimiento corporal. Después de la pubertad sus niveles séricos disminuyen de manera apreciable, aunque sin llegar a desaparecer por completo.

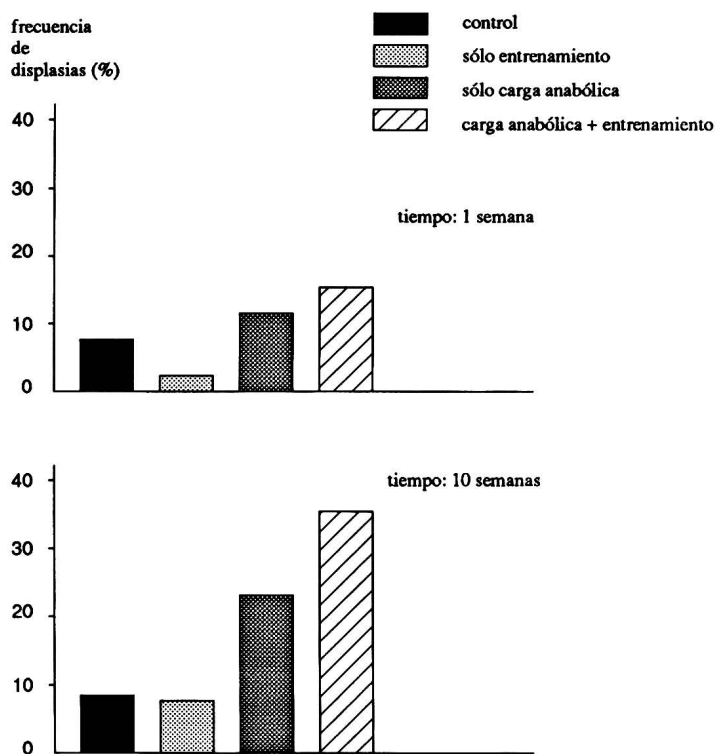
Efectos específicos de la administración exógena de hormona del crecimiento sobre el rendimiento deportivo

Por sus acciones fisiológicas, la administración exógena de hormona de crecimiento se ha utilizado para la mejora de la performance deportiva. En el adulto entrenado ocasiona un aumento notable de la masa muscular, con hipertrofia y probablemente también hiperplasia. Estos efectos son especialmente importantes cuando la administración de la hormona se hace en épocas tempranas de la vida, aún no completado el desarrollo corporal, es decir sobre niños y adolescentes. En estos casos la administración de dosis elevadas de hormona del crecimiento evidencian un potente efecto anabólico, que se expresa en un espectacular aumento de la masa muscular y del desarrollo longitudinal del hueso (si no se ha producido todavía la soldadura epifisaria).

Utilización de la hormona de crecimiento como sustancia dopante

La posibilidad de utilización de la hormona de crecimiento humana específica ha aumentado de forma notable sus posibilidades de utilización como sustancia dopante, sin riesgo de aparición de reacciones anafiláticas (relativamente comunes cuando se utilizaba hormona del crecimiento de origen animal porcino o vacuno) y ha-

Figura 5. ACCIONES DE UN TRATAMIENTO PROLONGADO DE ANABOLIZANTES Y ENTRENAMIENTO FÍSICO SOBRE LA FRECUENCIA DE APARICIÓN DE FIBRAS DIAPLÁSTICAS DE COLÁGENO EN RATONES (tomada de 10)



ciendo muy difícil el diagnóstico de dopaje. Su utilización a dosis moderadas en niños o adolescentes es difícilmente detectable.

Los efectos secundarios que comporta su utilización como estimulante del rendimiento deportivo son diversos y no del todo conocidos, en especial en las administraciones a largo plazo. Cabe citar como más destacables: aparición de situaciones de hiperglu-

cemia y crisis diabetógenas, llegando incluso hasta el coma hiperglucémico en algunos casos severos o con especial susceptibilidad. Otras acciones más específicas se refieren a la aparición de alteraciones morfológicas en forma de acromegalia y, en general, anomalías del desarrollo óseo y muscular. Su administración a adultos, al parecer menos extendida, produciría una notable hipertrofia muscular, no

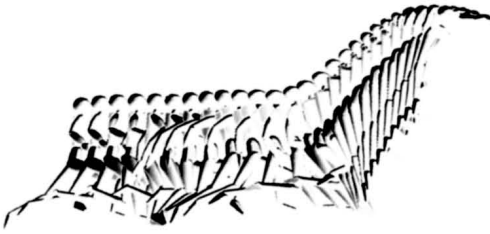
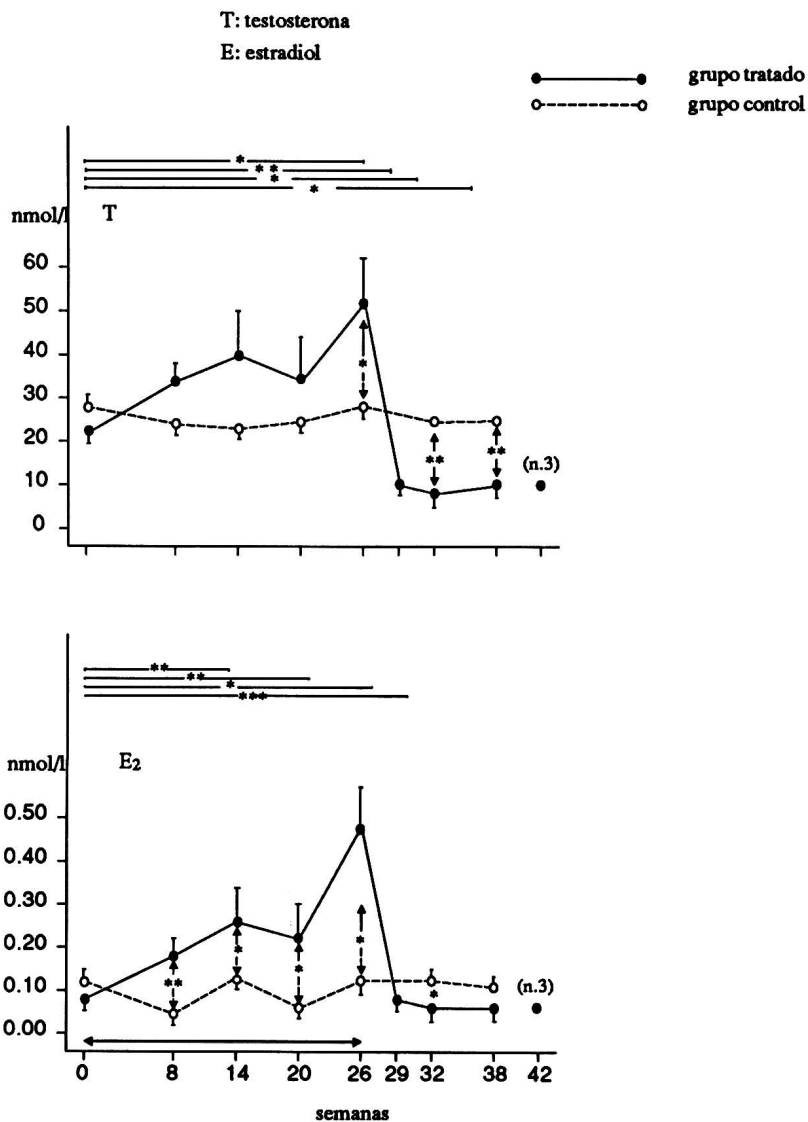


Figura 6. MODIFICACIONES DE LOS PATRONES PLASMÁTICOS DE TESTOSTERONA Y ESTRADIOL EN UN GRUPO DE ATLETAS SOMETIDOS A UN TRATAMIENTO DE 26 SEMANAS DE ANABOLIZANTES ESTEROIDES (tomada de 11)



siempre acompañada de aumento paralelo de la fuerza muscular (dado el fuerte estímulo de desarrollo del componente conjuntivo no contráctil del músculo) con la posibilidad adicional de lesiones ligamentarias y tendinosas de repetición. Es posible además que en las administraciones a largo plazo aparezcan trastornos importantes e incluso se ha postulado la posibilidad de manifestaciones tumorales o cancerosas, extremo éste por el momento no confirmado¹⁸.

Estimulación artificial de la producción de hormona del crecimiento

Existen diversas sustancias susceptibles de ser administradas exógenamente que pueden incrementar de forma notable los niveles plasmáticos de hormona del crecimiento. Son la L-dopa, la clonidina, el propranolol y quizá también, los opiáceos endógenos. De este conjunto de sustancias, es posible que estos últimos puedan tener una acción fisiológica que podría explicar en parte a nivel molecular algunos de los efectos del entrenamiento. Mediante la administración como dopantes de sustancias de este tipo se logra una acción especialmente interesante desde el punto de vista de la eficacia dopante, dado que se evitan los picos resultantes de la administración de dosis únicas elevadas de la hormona y se mantienen por más tiempo niveles plasmáticos altos, lo que permite reducir el riesgo potencial de administración de niveles excesivamente altos de STH y prolonga el tiempo de permanencia en la sangre de valores superiores a los normales. Una comparación entre los efectos de la administración de un agente estimulante de la liberación de

hormona del crecimiento (clonidina por vía oral) y la administración exógena de la propia hormona se indica en la Figura 8.

Utilización de gonadotrofina coriónica humana (HCG)

Estructura y mecanismo de acción

La hormona coriónica humana se produce por parte del trofoblasto embrionario, en las primeras etapas del embarazo. Es una glucoproteína con estructura similar a la de la LH y que reproduce en gran medida las acciones fisiológicas de ésta. En el embarazo es decisiva para la implantación y el correcto desarrollo del feto, e interviene sobre el cuerpo lúteo permitiendo su persistencia. Posee asimismo otras acciones menos conocidas, que forman parte del conjunto de complejas relaciones feto-placentarias. Se utiliza en la clínica humana entre otras aplicaciones, como marcador humoral, en los test de embarazo, como estímulo ovárico en ciertas disfunciones, como estimulador funcional del testículo en anomalías de la espermatogénesis y como estimulante de las funciones testiculares ocasionalmente inhibidas como consecuencia de la administración exógena de andrógenos o de esteroides anabolizantes. Gran parte de estas acciones se explican en base a su estructura ("LH-like").

Efectos de la administración de HCG sobre el varón. Mecanismo de acción dopante

La gonadotrofina coriónica humana ejerce un efecto claro de aumento de actividad de las células de Leydig, con un fuerte estímulo secretor sobre

Tabla III. EFECTOS INDESEABLES ASOCIADOS A LA ADMINISTRACIÓN DE ESTEROIDES ANABOLIZANTES POR LARGOS PERÍODOS DE TIEMPO (*)

- a) sobre el hombre:
 - lesiones tendinosas, musculares y articulares
 - alteraciones de patrones humorales normales, con:
 - ↓ hormona folículo estimulante
 - ↓ hormona luteinizante
 - atrofia testicular y disminución de la producción de esperma
 - oligo y azospermia, junto a formas germinales anormales
 - aparición y exacerbación del acné
 - aparición de alopecia androgenética
 - disminución del HDL colesterol
 - afectación miocárdica posible
 - aumento de la incidencia de tumores hepáticos
 - anomalías de la función hepática (↑GOT y ↑GPT)
 - modificaciones conductuales: ↑ agresividad e irritabilidad
 - efectos sobre la libido variables. Patrón habitual:
 - aumento al iniciar el tratamiento
 - disminución en su transcurso
- b) sobre la mujer:
 - modificaciones de parámetros hormonales semejantes a los del varón
 - alteraciones profundas del ciclo sexual
 - efectos de masculinización:
 - cambio distribución femenina normal del pelo y cabello
 - cambio de la distribución propia de la mujer de la grasa corporal
 - aumento del tono de gravedad de la voz
 - desarrollo del clítoris
 - alteraciones de la libido (mal definidas)
 - aparición de alopecia androgenética
 - aparición de acné
 - alteraciones orgánicas y musculares semejantes a las del varón
- c) sobre el adolescente:
 - efectos insuficientemente conocidos
 - soldadura precoz de las epífisis: disminución de las dimensiones óseas

(*) todos estos efectos se refieren a administraciones a corto plazo. Tratamientos prolongados pueden ocasionar daños mayores. Debe tenerse en cuenta que las normas deontológicas hacen muy difícil investigaciones al respecto en humanos.

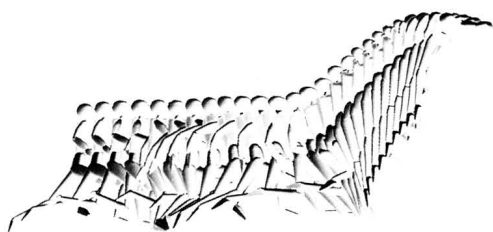


Figura 7. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS MECANISMOS DE BIO-FEED BACK QUE INTERVIENEN SOBRE LA PRODUCCIÓN HIPOTALÁMICA DE HORMONA DEL CRECIMIENTO

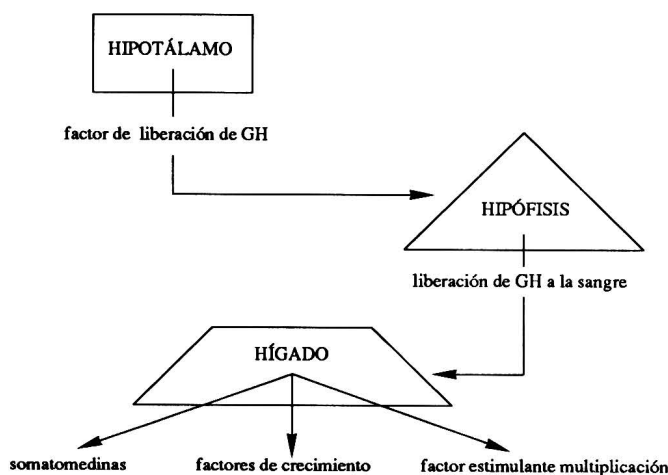
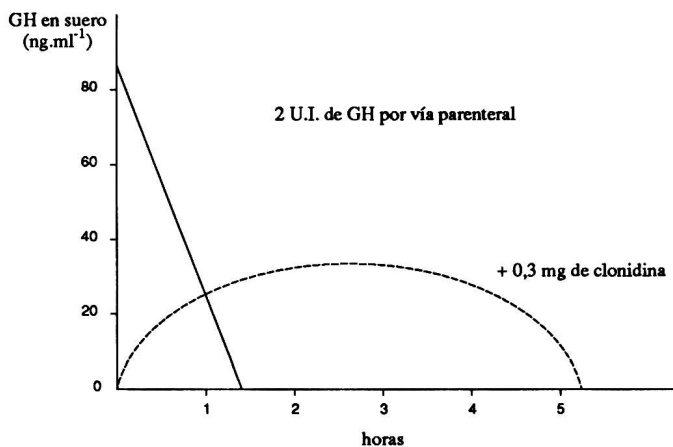


Figura 8. COMPARACIÓN ENTRE NIVELES PLASMÁTICOS ALCANZADOS DE HORMONA DEL CRECIMIENTO CON Y SIN ADMINISTRACIÓN ORAL DE CLONIDINA, DESPUÉS DE LA INOCULACIÓN DE UNA DOSIS IMPORTANTE DE LA MISMA



la testosterona almacenada, aumentando rápidamente con ello su liberación a la sangre. Los efectos a más largo plazo son de carácter metabólico potenciando la síntesis de 17-OH progesterona y a partir de aquí de testosterona y su liberación a la sangre. Estos incrementos de liberación a la sangre de testosterona, que pueden ser espectaculares, además de tener un efecto por sí mismos presentan en los atletas la ventaja adicional de permitir una administración exógena crónica de anabolizantes andrógenos, sin que se manifiesten signos clínicos de inhibición de la secreción propia testicular de los mismos.

Sus efectos secundarios son poco conocidos, dado que su aplicación como sustancia dopante es reciente y en cualquier caso no parece que su uso sea muy extendido. Se han señalado, aunque de manera no exhaustiva: aparición de acné, aumento de la libido, aparición de náuseas y "vómitos de embarazo" y a largo plazo cambios en la distribución de la grasa corporal con ginecomastia y posibilidad de manifestación de efectos cancerígenos.

Efectos de HCG en el embarazo sobre el rendimiento deportivo

Junto a sus acciones "LH-like", la HCG parece ejercer otros efectos importantes a nivel del organismo materno, especialmente importantes para adaptarlo a las necesidades derivadas del embarazo, que pudieran con ello aumentar la capacidad de éxito deportivo. Aunque los datos de los que se dispone en este sentido son muy pocos, existe la posibilidad de utilizar el embarazo (que sería temporal, con posterior inducción al aborto) como

Tabla IV. EFECTOS METABÓLICOS ESENCIALES DE LA HORMONA DEL CRECIMIENTO

- efecto anabólico potente y remarcable:
 - estimula incorporación aminoácidos a la célula
 - aumenta retención de nitrógeno
 - aumenta la síntesis de RNA mensajero
 - produce hipertrofia e hiperplasia ? musculares
- sobre el metabolismo graso: potencia lipólisis
- sobre el metabolismo glucídico: efecto diabetógeno, posiblemente por:
 - aumento glucogenólisis hepática
 - inhibición secreción insulina
 - dificultad captura glucosa a nivel celular
- favorece síntesis de colágeno:
 - potencia desarrollo tejido conectivo y tendón
 - necesario para crecimiento y alargamiento hueso

forma de dopaje en algunos deportes, con la particularidad adicional de ser no detectable en absoluto como tal. Esta posible práctica, aunque no ha sido oficialmente reconocida por el

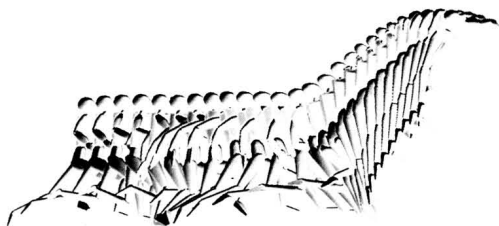
momento por nadie, presentaría, caso de verse confirmada, la necesidad imperiosa de su completo rechazo por razones éticas, morales y deontológicas obvias.

Conclusión

La utilización de anabolizantes, aunque proscrita, se halla sometida no obstante a controversia. Es difícil su control, especialmente en los períodos de entrenamiento previos a la competición. Dado que su eliminación es relativamente rápida se dificulta considerablemente su detección. De ahí la oportunidad de efectuar controles en los períodos de preparación, además de los que se realizan habitualmente después de la competición, con el agravante que algunos atletas, entrenadores e incluso médicos, restando importancia a los efectos secundarios no presentan una oposición frontal a su utilización. Su comercialización entre atletas en el "mercado negro" es común, todo lo cual hace que para lograr su erradicación sea precisa una política global y coordinada de las autoridades médico-deportivas^{19, 20}.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- HILL, J. A.; SUKER, J. R.; SACHS, K. y BRIGHAM, C., "Athletic polydrug abuse phenomenon: A case report", *Am J. Sports Med.*, 11, 1983, pp. 269-271.
- 2.- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, "The use and abuse of anabolic-androgenic steroids in sports", *Med. Sci. Sports*, 9, XI, 1977.
- 3.- BARBANY, J. R., "Variantes de entrenamiento y su influencia sobre el músculo", *Actas de las III Jornadas Nacionales de Medicina en Atletismo*, ed. por ANAMEDE, Pamplona, 1985, pp. 43-63.
- 4.- PEÑA, J.; ROLDÁN, R.; MARTÍN, J. D., LUQUE, E. y VAAMONDE, R., "Tissu musculaire squelettique soumis a l'entraînement. Étude histologique et histochimique", *Med. su Sport*, 60, 45-213, 1986, pp. 42-210.
- 5.- VIRU, A., "The mechanism of training effects: a hypothesis", *Int. J. Sports Med.*, 5, 1984, pp. 219-227.
- 6.- DE LIGNIÈRES, B.; MOULIN, M. y PLAS, F., "Dopage: faut-il légaliser les androgènes naturels?", *Concours médical*, 99, 1977, pp. 1669-1675.
- 7.- PLAS, F., cit. por MONDENARD, J.P., *Drogues et dopages*. Chiron, París, 1987, p. 111.
- 8.- TAYLOR, W. N., *Anabolic Steroids and the Athlete*. Mc. Farland Pub., Londres, 1982, pp. 20 y 22.
- 9.- MICHNA, H., "Tendon injuries by exercise and anabolic steroids in experimental mice", *Int. Orthop.*, 11, 1987, pp. 157-162.
- 10.- MICHNA, H., "Organisation of collagen fibrils in tendon: Changes induced by anabolic steroids", *Int. Orthop.*, 11, 1987, pp. 157-162.
- 11.- ALLÉN, M.; REINILÄ, M. y VIHKO R., "Response of serum hormones to androgen administration in power athletes", *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17, 1985, pp. 354-359.



12.- ALLÉN M.; RAHKILA, P., REINILÄ, M. y VIHKO R., "Androgenic-anabolic steroids effects on serum thyroid, pituitary and steroid hormones in athletes", *Am. J. Sports Med.*, 15, 1987, pp. 357-361.

13.- ALÉN, M. y HÄKKINEN, K., "Physical health and fitness of an elite bodybuilder during 1 year of self administration of testosterone and anabolic steroids: A case study", *Int. J. Sports Med.*, 6, 1985, pp. 24-29.

14.- ALÉN, M. y SUOMINEN, "Effect of androgenic and anabolic steroids on spermatogenesis in power athletes", *Int. J. Sports Med.*, 5, 1984, pp. 189-192.

15.- ZULIANI, U.; BERNARDINI, B.; CATAPANO, A.; CAMPANA, M.; CERIOLI, G. y SPATTINI, M., "Effects of anabolic steroids, testosterone, and HGH on blood lipids and echocardiographic parameters in body builders", *Int. J. Sports Med.*, 10, 1989, pp. 62-66.

16.- COHEN, J.C.; FABER, W. M.; BENADE, A. J. S. y NOAKES, T. D., "Altered serum lipoprotein profiles in male and female power lifters ingesting anabolic steroids", *Physician Sportsmedicine*, 14, 1986, pp. 131-136.

17.- ALÉN, M.; RAHKILA, P. y MARNIEMI, J., "Serum lipids in power athletes self-administering testosterone and anabolic steroids", *Int. J. Sports Med.*, 6, 1985, pp. 139-144.

18.- TAYLOR, W. N., op. cit., p. 76.

19.- DUDA, M., "Do anabolic steroids pose an ethical dilemma for US physicians?", *Physician Sportsmed.*, 14, 1986, pp. 173-175.

20.- MILLER, C., "An Australian sports physician goes public", *Physician Sportsmed.*, 14, 1986, pp. 167-170.