



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Nutrición Humana y Dietética

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**MÉTODO PRINCIPAL DE DETECCIÓN DEL DOPING Y EFECTOS
SECUNDARIOS ASOCIADOS A SU CONSUMO.**

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ESTEROIDES ANABÓLICOS
ANDROGÉNICOS**

Autor: Jaime Manrique Gutiérrez

Tutor académico: Antonio Dueñas Laita

The logo of the University of Valladolid (UVa), consisting of the letters 'UVa' in white on a red square background.

Índice de Contenidos

Índice de tablas y figuras	3
Resumen/Abstract	4
1. Introducción.....	5
2. Material y métodos	10
3. Resultados	10
4. Discusión	12
4.1. Doping.....	12
4.1.1. Detección del doping	13
4.2. Efectos secundarios asociados al consumo de esteroides.....	16
4.2.1. Sistema cardiovascular.....	16
4.2.2. Daño hepático.....	17
4.2.3. Daño Musculo/esquelético	18
4.2.4. Daño conductual.....	18
4.2.5. Otros efectos adversos relacionados	19
5. Conclusiones	20
6. Limitaciones/justificación/conflicto de intereses.....	20-21
7. Bibliografía	29

Índice de tablas y figuras

Tabla 1. Efectos ergogénicos asociados al uso de esteroides anabólicos.....	5
Tabla 2. Esteroides anabolizantes androgénicos prohibidos por WADA 2020 (administrados de forma exógena).....	7
Tabla 3/anexo 1. Características de los estudios revisados en una primera búsqueda.....	22
Figura 1. Identificación y selección de estudios.....	10
Figura 2. Metabolismo de testosterona	15

Resumen:

Los esteroides se empezaron a usar en década de los 40 por atletas para mejorar su rendimiento deportivo en las competiciones hasta que se prohibieron.

Con el creciente auge de las redes sociales y de vivir de la apariencia han surgido muchos nuevos consumidores de esteroides que buscan una mejoría de su estado físico/incremento de fuerza con menor esfuerzo, sin saber realmente cuan perjudiciales son.

En esta revisión sistemática se pretende mostrar cuál es el método de detección de doping principal y que efectos secundarios están asociados a su uso.

Palabras clave:

Esteroides, efectos secundarios, dopaje

Abstract

Steroids have been used since the 1940s by athletes to enhance their Athletic performance in competitions until they were banned.

With the growing rise of social media and living on appearance, new users have emerged in order to improve their physical condition/increase strength with less effort, without really knowing how harmful they are.

This systematic review aims to show which is the main doping detection method and which side effects are associated with its use.

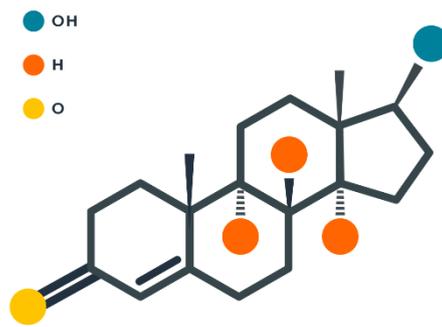
Key words:

Steroids, side effects, doping

Introducción

Los anabolizantes son llamadas a todas aquellas sustancias que se usan para aumentar la velocidad de los procesos metabólicos de síntesis de moléculas complejas del organismo, es decir, favorece el crecimiento tisular.

Los esteroides anabólicos androgénicos son derivados sintéticos de la testosterona, hormona sexual masculina. El término anabólico va referido a la capacidad de estas sustancias de potenciar el desarrollo muscular, al elevar la concentración de testosterona, que a su vez estimula la síntesis proteica, resultando en mejoras en la masa corporal, la fuerza y el tamaño muscular, y el término androgénico va orientado al aumento de las características sexuales masculinas, es decir, aumento del vello corporal, voz más grave, lívido... (1)



TESTOSTERONA



Boje en 1939 fue el primero en sugerir que la testosterona exógena puede mejorar el rendimiento deportivo, y a partir de la experimentación con esta sustancia en deportes de fuerza (culturismo, levantamiento de pesas...) se fue afianzando esta hipótesis y se volvió popular entre los atletas olímpicos. (1, 15), siendo la sustancia dopante detectada más frecuente entre los deportistas (3).

Tabla 1: Efectos ergogénicos asociados al uso de esteroides anabólicos (1)

• Aumento de la masa corporal magra
• Aumento del área de la sección transversal del músculo
• Disminución del porcentaje de grasa corporal

<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la fuerza y la potencia de los músculos
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la recuperación entre entrenamientos
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la recuperación de una lesión
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la síntesis de proteínas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la resistencia muscular
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de eritropoyesis, hemoglobina y hematocrito
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la densidad mineral ósea
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del almacenamiento de glucógeno
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la lipólisis
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la transmisión neuronal
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del daño muscular
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la tolerancia al dolor
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de la conducta (agresión)

Debido a la “injusta” potenciación de la capacidad corporal para desarrollar el deporte surgen organizaciones para luchar en contra del doping (término para definir el uso de sustancias exógenas prohibidas en el deporte)

Así es como en 1999 se fundó la WADA (por sus siglas en inglés “world anti-doping agency”), tras el escándalo del “Caso Festina” del ciclismo en 1998, en los que detuvieron a una serie de individuos con productos para mejorar el rendimiento de los deportistas (eritropoyetina, hormona de crecimiento y testosterona)

La WADA regula el uso de estas sustancias ilícitas en competiciones, a través del código mundial antidopaje, documento que armoniza las políticas contra las sustancias de dopaje en todos los deportes y a nivel mundial, todo ello para que la competición sea más justa.

(2)

Para ello la WADA ha creado un documento de todas las sustancias prohibidas, y los clasifica según sean sustancias o métodos prohibidos.

Tabla 2: Esteroides anabolizantes androgénicos prohibidos por WADA 2020 (administrados de forma exógena) (2)

1-Androstenediol (5α -androst-1-en- 3β , 17β -diol)
1-Androstenediona (5α -androst-1-en-3, 17 -diona)
1-Androsterona (3α -hidroxi- 5α -androst-1-en- 17 -ona)
1-Epiandrosterona (3β -hidroxi- 5α -androst-1-ene- 17 -ona)
1-Testosterona (17β -hidroxi- 5α -androst-1-en-3-ona)
4-Androstendiol (androst-4-en- 3β , 17β -diol)
4-Hidroxitestosterona (4, 17β -dihidroxiandrost-4-en-3-ona)
5-Androstendiona (androst-5-en-3, 17 -diona)
7α -hidroxi-DHEA
7β -hidroxi-DHEA
7-Ceto-DHEA
19-Norandrostendiol (ester-4-en-3, 17 -diol)
19-Norandrostendiona (ester-4-en-3, 17 -diona)
Androstanolona (5α -dihidrotestosterona, 17β -hidroxi- 5α androstan-3-ona)
Androstendiol (androst-5-en- 3β , 17β -diol)
Androstendiona (androst-4-en-3, 17 -diona)
Bolasterona
Boldenona
Boldiona (androsta-1,4-dieno-3, 17 -diona)
Calusterona;
Clostebol

Danazol ([1,2]oxazolo[4',5':2,3]pregna-4-en-20-in-17 α -ol)

Dehidroclorometiltestosterona (4-cloro-17 β -hidroxi-17 α metilandrosta-1,4-dien-3-ona)

Desoximetiltestosterona (17 α -metil-5 α -androst-2-en-17 β -ol y 17 α -metil-5 α -androst-3-en-17 β -o)

Drostanolona

Epiandrosterona (3 β -hidroxi-5 α -androstan-17-ona)

Epi-dihidrotestosterona (17 β -hidroxi-5 β -androstan-3-ona)

Epitestosterona

Estanozolol

Estembolona

Etilestrenol (19-norpregna-4-en-17 α -ol)

Fluoximesterona

Formebolona

Furazabol (17 α -metil-[1,2,5]oxadiazolo[3',4':2,3]-5 α androstan-17 β -ol)

Gestrinona

Mestanolona

Mesterolona

Metandienona (17 β -hidroxi-17 α -metilandrosta-1,4-dien-3-ona)

Metandriol

Metasterona (17 β -hidroxi 2 α , 17 α -dimetil-5 α -androstan-3-ona)

Metenolona

Metil-1-testosterona (17 β -hidroxi-17 α -metil-5 α -androst-1-en-3-ona)

Metilclostebol

Metildienolona (17 β -hidroxi-17 α -metilestra-4,9-dien-3-ona)

Metilnortestosterona (17 β -hidroxi-17 α -metilestr-4-en-3-ona)

Metiltestosterona
Metribolona (metiltrienolona, 17 β -hidroxi-17 α -metilestra4,9,11-trien-3-ona)
Mibolerona
Nandrolona (19-nortestosterona)
Norboletona
Norclostebol (4-cloro-17 β -ol-estr-4-en-3-ona)
Noretandrolona
Oxabolona
Oxandrolona
Oximesterona
Oximetolona
Prasterona (dehidroepiandrosterona, DHEA,3 β -hidroxiandrost-5-en-17-ona)
Prostanozol (17 β -[(tetrahidropiran-2-il)oxi]-1'Hpirazolo[3,4:2,3]-5 α -androstan)
Quimbolona
Testosterona
Tetrahydrogestrinona (17-hidroxi-18 α -homo-19-nor-17 α pregna-4,9,11-trien-3-ona)
Trembolona (17 β -hidroxiester-4,9,11-trien-3-ona)

El uso de estas sustancias va motivado por diferentes causas y depende de cada persona, pero por lo general en el caso de los hombres su uso viene motivado por una insatisfacción con su cuerpo (4), mientras que en las mujeres se sugiere que la causa del consumo puede estar motivado por influencia de otra persona (3), siendo mucho mas frecuente su uso en hombres.

En la sociedad actual hay una relación con la masculinidad percibida relacionada a un cuerpo musculado, que con el auge de las redes sociales se ve aumentado, por lo que aún más jóvenes buscan el consumo de estas sustancias para obtener un rápido crecimiento muscular (5)

Material y Métodos

Diseño:

Estudio descriptivo transversal de los trabajos recopilados, así como un análisis crítico mediante una revisión bibliográfica

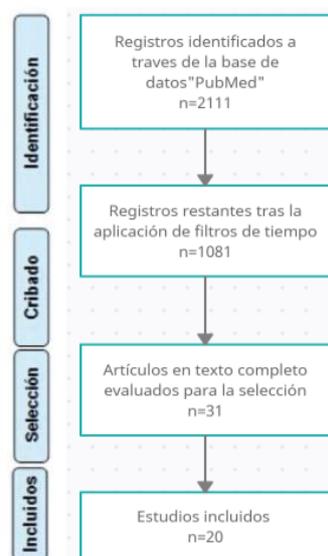
La obtención de los estudios de esta revisión es principalmente extraída de la base de datos de Pubmed (internet), usando la búsqueda avanzada con las palabras: «steroid» AND «doping», aplicando más filtros tales como acotarlas fechas (de 2010 hacia adelante) y marcando “ensayo clínico”, con esto obtenemos un total de 31 estudios, que después de una lectura crítica extraemos un total de 20 artículos para su revisión.

Los criterios de selección de los artículos fueron: ser adecuados para el tema a investigar, es decir, que se referencie el uso de esteroides anabólicos androgénicos, así como efectos secundarios, y se excluyeron (criterios de exclusión) todos aquellos que no presenten estudios comparativos o no fuesen ensayos clínicos.

Resultados:

Tabla 3: Características de los estudios revisados en una primera búsqueda ([anexo 1](#))

Figura 1: identificación y selección de estudios



Los estudios seleccionados en primera instancia fueron 20, resultado de aplicar los criterios de selección antes descritos (tabla 3, anexo 1)

Todos fueron ensayos clínicos y todos escritos en inglés, idioma por excelencia en los artículos científicos.

8 de los estudios hablan sobre formas de detección del doping, y los 12 restantes sobre las capacidades de los esteroides anabólicos androgénicos para mejorar rendimiento o efectos secundarios tanto físicos como psicológicos.

Pero a la hora del desarrollo estos estudios se me quedaban cortos así que decidí ampliar la búsqueda para completar el trabajo con la mejor información posible, así que a la hora de desarrollar un tema ampliaba los datos con una búsqueda en pubmed (ej: si quería buscar datos sobre daño coronario por efectos secundarios de los esteroides buscaba en pubmed “steroids” AND “heart” y ampliaba con los estudios que después de leerles me parecían los más correctos)

Así y usando una revisión previa como guía (1) he concluido mi revisión propia.

Discusión

La gran parte de los estudios seleccionados para la revisión están en inglés, probablemente debido a que es el idioma por excelencia en lo que a publicación de artículos se refiere y es beneficioso para su impacto y para que se cite más, al ser mas accesible. (16)

Doping:

Por lo general, la vía de uso de esteroides anabólicos es vía oral, intramuscular o tópica, siendo las dosis de uso indebido hasta 100 veces mayor que las recetadas para tratar patologías (6).

El patrón de tomas de estas sustancias cuando se usan de forma indebida es variado y van motivados por diferentes causas (6):

- Consumo cíclico: El patrón de uso es a base de los denominados “ciclos”, que consisten en administrar múltiples dosis de esteroides a lo largo de un periodo de tiempo específico, para después suspender su administración temporalmente para después repetir el proceso.
- Consumo apilado: Consiste en mezclar dos o más esteroides diferentes, mezclando vía oral e intramuscular o usando una sola vía, esto con el pensamiento de que al usar varias sustancias van a interactuar para que el resultado sea más satisfactorio, teoría que no ha sido comprobada.
- Consumo piramidal: Este patrón de consumo consiste en empezar con dosis bajas de esteroides y lentamente aumentar tanto las dosis como la frecuencia de su consumo, llegando a el punto máximo de consumo a la mitad del ciclo, para luego volver a disminuir la dosis hasta quedarse en cero.
Esta forma de consumo se respalda en la creencia de los consumidores que el cuerpo se adapta a la sustancia al hacerlo de forma progresiva, con su posterior recuperación hormonal al disminuir las dosis lentamente, pero esta teoría no tiene respaldo científico por ahora. (6)

Sabiendo el patrón de las tomas de esteroides más típicas, ¿cómo se puede saber que un atleta está abusando indebidamente de estas sustancias?

Detección del doping:

El enfoque actual para la detección del doping con testosterona está basado en la evaluación de parámetros específicos de la orina en relación con el perfil esteroideo, medido con cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), en busca de marcadores específicos, siendo tales: (7)

- Testosterona
- Epitetosterona
- Androsterona
- Etiocolanolona
- 5α -androstano- 3α , 17β -diol (5α Adiol)
- 5β -androstano- 3α , 17β -diol (5β Adiol)
- La ratio testosterona-epitetosterona

Hay que tener en cuenta que estos marcadores pueden verse afectados por causas ajenas a la administración de esteroides: (7)

- Gran ingesta de alcohol (etanol)
- La administración de ketoconazol, gonadotropina coriónica humana (hCG) en hombres o de otros esteroides anabólicos (por ejemplo, estanozolol)
- La administración de inhibidores de la 5α -reductasa (por ejemplo, finasterida).
- El uso de agentes enmascaradores (p. Ej. Probenecid) y diuréticos.
- Crecimiento microbiano

y estos factores pueden hacer que la muestra sea “no válida”, todo ello será informado en el sistema ADAMS, teniendo en cuenta los factores anteriores. (7)

También hay que tener en cuenta que hay una producción endógena de testosterona, y aquí tenemos el mayor problema en la detección del doping, el saber distinguir la producción endógena con su administración exógena.

Es por eso que se usa la detección de metabolitos biosintéticos de la testosterona, ya que la gran mayoría de esteroides se biotransforman en metabolitos gluco- y sulfoconjugados para su posterior eliminación en la orina, siendo el biomarcador más sensible el

glucurónido testosterona (TG) al glucurónido de epitestosterona (EG) (ratio TG/EG), cuyo punto de corte se establece en 4, pero hay que tener en cuenta la gran sensibilidad de esta ratio, ya que hay una ventana corta de detección y gran variabilidad interindividual. (8)

En este punto encontramos un problema, y es la influencia genética de algunos individuos en la delección del gen UGT2B17, que altera la glucuronidación de la testosterona y otros esteroides, cuya consecuencia es que hay menor excreción urinaria y podría dificultar su detección (8), aunque la evidencia indica que ante una dosis de testosterona modifica el perfil esteroideo de la orina significativamente independientemente del genotipo en dosis intramusculares (9) pero, ¿y si hablamos de otras formas de administración?

Hay sustancias que, mientras que están prohibidas para su uso ilícito en competiciones, se pueden usar en la cotidianidad debido a sus propiedades terapéuticas (24), discriminando entre las vías de administración para establecer el uso prohibido (vía intramuscular vs vías orales /tópicas), dificultando el establecimiento de dopaje ya que se puede usar esto como estrategia para evitar dar positivo en dopaje (10), por lo que hay que tener en cuenta cada sustancia específica así como su vía de administración.

El perfil de esteroides es una herramienta poderosa para la detección del doping, pero se han explorado otros marcadores como metabolitos endógenos de glucurónido, metabolitos excretados como conjugados con cisteína o metabolitos de glucurónidos resistentes a la hidrólisis enzimática, esto con el objetivo de prolongar la ventana de detección (13)

En el estudio de Esquivel A et al (13) se estudian diferentes metabolitos de sulfato para la aumentar el tiempo de detección y, pese al reducido tamaño muestral, sugiere que estos metabolitos pueden colaborar con la detección del doping, siendo esta una ruta metabólica secundaria que tarda más en aparecer, pero también tarda más en desaparecer, sin embargo, hay que tomar con precaución estos resultados y hacer posteriores estudios.

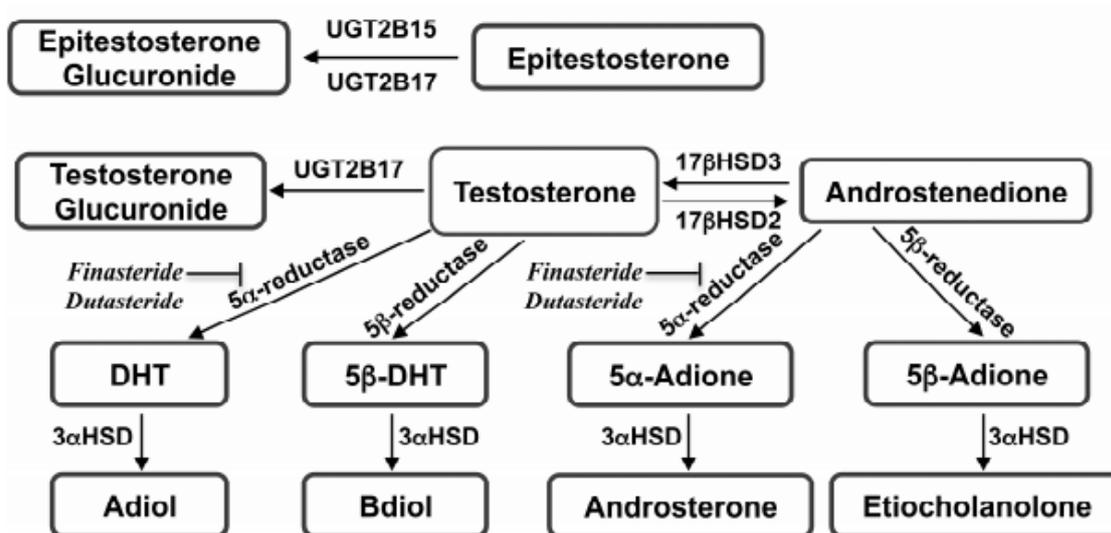
En un control de dopaje sanguíneo, si se detecta un éster de testosterona intacto en sangre es una señal inequívoca de una administración de testosterona exógena, y, teniendo en cuenta que las inyecciones de esteroides sintéticos de testosterona se encuentran entre las formas más frecuentes de aplicación de testosterona, su detección en sangre puede ser una guía válida, teniendo en cuenta la longitud de cadena del éster es directamente proporcional a la su vida media en el organismo (11).

El tiempo de detección en sangre puede variar entre 4 días hasta más de dos meses, dependiendo del tipo de éster (11,25)

Pero no queda así la cosa, ya que los atletas siempre están buscando nuevas formas de dopaje sin que este quede registrado, siendo las estrategias más comunes para evitar la detección: (12)

- Uso de sustancias no conocidas o cuyo metabolismo se desconoce, para que no se sepa el metabolito marcador.
- Uso simultáneo de sustancia dopante con inhibidor enzimático para evitar el metabolito que se analiza para la presencia de doping.
- Modificar la concentración de esteroide o del metabolito para que esté por debajo del límite de detección para evitar el positivo. (Uso de diuréticos)
- Uso de esteroide con el objetivo de imitar una sustancia natural cuyas proporciones son permitidas
- Legitimar el uso del dopaje justificándolo como uso terapéutico

Figura 2: Metabolismo de testosterona (12)



Hay que tener en cuenta también la disparidad en la producción endógena de hormonas teniendo en cuenta sexo, edad, ejercicio realizado..., ya que, por ejemplo, al hacer ejercicio se produce más nandrolona, o mismamente por diferencia de sexo (sin tener en cuenta más aspectos) las mujeres producen más nandrolona que los hombres (23)

Como bien es sabido, el consumo de esteroides es efectivo con una evidencia de acción 1, es decir, se sabe que cumplen su propósito de aumentar las capacidades físicas, pero, sin embargo, se catalogan con un grado de recomendación de D, y ¿esto a que podría deberse?

Bueno pues como ya hemos repasado en esta revisión, los esteroides anabólicos androgénicos son sustancias que aumentan las capacidades físicas de quien los consume, pero ¿es todo tan bueno como parece o su consumo a la larga es perjudicial?

Analicemos los efectos secundarios asociados al consumo de esteroides con el objetivo de mejorar el rendimiento deportivo:

Efectos secundarios asociados al consumo de esteroides:

El estudio de efectos secundarios asociados al uso de esteroides no es reciente ya que desde que se popularizó su consumo, cuyo inicio fue en los años 50 (14), llegando su auge de consumo entre los atletas olímpicos en la década de los 60 (15), volviéndose popular entre los deportistas no profesionales en la década de los 90 (16), y la gran mayoría de los consumidores de este tipo de sustancias manifiesta algún tipo de efecto secundario, aunque muchos de ellos siguen su consumo conscientes de la aparición de estos efectos (15).

Aplicando los criterios de inclusión prácticamente excluimos todos los estudios relacionados con los efectos adversos, probablemente debido a que el auge de estas sustancias se remonta a más de los 10 años (uno de los criterios de inclusión), y también a que al ser ilícito el uso de estas se dificulta su estudio, por lo que recurriremos a otro tipo de estudios con calidad, pero siendo flexible con el año de publicación para poder hacer un repaso exhaustivo de la información disponible.

Al igual que hizo Hoffman JR et al. (1) en su revisión, distribuiremos los efectos secundarios según el órgano implicado, incluyendo sistema cardiovascular, daño hepático, daño muscular/esquelético, daño conductual y neoplasias asociadas al uso de esteroides.

Sistema cardiovascular:

Uno de los efectos secundarios principales asociado al uso de esteroides es el riesgo aumentado de infarto de miocardio, siendo la gravedad directamente proporcional al

periodo de consumo observándose peores efectos cuanto mayor sea el tiempo de uso, pudiéndose incluso provocar la muerte (1)

Hay numerosos estudios que hablan de la alteración funcional del ventrículo izquierdo, pero los resultados de estos estudios no quedan nada claros, Baggish et al. (18) comentaban que las consecuencias del consumo podrían ser mayores de lo esperado para el ventrículo izquierdo, ya que observando la función sistólica del grupo observado mostraban un aumento del riesgo de sufrir un infarto de miocardio, mientras que en estudios como el de Ilic et al. (19) no mostraba evidencia de alteración ventricular izquierda.

También se relaciona el uso de esteroides a alteraciones de los lípidos séricos, aumentando el LDL y disminuyendo el HDL, pudiendo resultar en arteriosclerosis (20), elevación de la presión arterial por resultado del aumento de la volemia y retención de líquidos (21) y mayor riesgo de trombos (1), aunque es interesante saber que si se suspende el tratamiento pueden ser reversibles (22).

El dopaje con algunas sustancias también puede repercutir en cambios hormonales lógicamente, y están condicionados por el género en algunas situaciones (27).

Daño hepático

Respecto al daño hepático, previamente se pensaba que al ser el hígado el sitio principal de depuración de esteroides iba a verse muy afectado por su consumo, elevando el riesgo de tumores hepáticos, adenomas hepatocelulares y pleiosis hepática (1), sin embargo, esto parecía ser mucho más frecuente en personas con enfermedad hepática preexistente.

Un estudio de Dickerman et al. (27) indicó que tras el consumo de esteroides se elevaban el aspartato aminotransferasa (AST), la alanina aminotransferasa (ALT) y la creatina quinasa (CK), pero no hubo cambios en la gamma-glutamyltranspeptidasa (GGT) considerada la más sensible.

Debido a esto, hubo discordancias a la hora de relacionar los efectos del daño muscular al hacer ejercicio con el daño hepático, por lo que los efectos producidos en el hígado son menores de los que se pensaba, pero, aun así, ante el abuso de esteroides anabólicos orales existen riesgos.

Daño Musculo/esquelético

Los andrógenos son bifásicos, estimulan la formación del hueso endocondral e inducen el cierre de la placa de crecimiento al final de la pubertad, esto debido a la aromatización de andrógenos (28).

Teniendo en cuenta estos mecanismos de acción, en el estudio de Horn et al. (29) se demostraba que en atletas de fútbol americano retirados que habían consumido esteroides podría haber una relación en el consumo con la mayor prevalencia de aparición de lesiones musculoesqueléticas, más concretamente lesiones ligamentosas o relacionadas con articulaciones.

Es evidente que hay mayor prevalencia de lesiones en consumidores de esteroides, pero esto también se podría deber a que el músculo sufre un rápido aumento de fuerza e hipertrofia, por lo que se aumenta antes la intensidad y el volumen de entrenamiento, pudiendo ser otro motivo de lesión (1).

Ha de haber más estudios del tema ya que se cree que puede repercutir muy negativamente en el crecimiento en estadios puberales, pudiendo llegar al cierre prematuro de la placa epifisiaria (29), aunque no parece haber ningún informe que determine retraso en el crecimiento prematuro en adolescentes.

Daño Conductual

Uno de los problemas que se plantea entre los consumidores de esteroides son los cambios psicológicos y de conducta.

Es sabido que los consumidores, conscientes de los efectos adversos que producen los esteroides no suspenden su uso, ya que el deseo de desarrollar un buen físico y un cuerpo “ideal” es mayor que el riesgo de padecer lesiones (30).

También se relaciona su uso con los cambios de humor (aumento de agresividad, excitación, irritabilidad...), que conducen a un aumento de episodios psicóticos (31)

Así es como los atletas jóvenes que consumen esteroides tienen más probabilidad en caer en el consumo de otras drogas recreativas, incluso si estas disminuyen el rendimiento (32)

Otros efectos adversos relacionados

Es comúnmente sabido que con el consumo de esteroides hay efectos adversos sobre la ginecomastia, acné y alteraciones en la lívido, efectos que se hablan en el estudio de O 'Sullivan et al. (15), así como otros efectos como la calvicie.

Pero surge un debate, ¿estos efectos secundarios surgen en un consumo bajo supervisión médica o por el contrario surgen en casos de consumo inconsciente a grandes dosis?

Se sabe que están asociados estos efectos, ¿pero son exagerados? (1)

Conclusiones

He considerado usar este apartado para hacer una reflexión personal del tema y comparar el trabajo realizado con otros existentes.

En primer lugar y como ya he mencionado, el creciente auge (y adicción) de las redes sociales ha llevado consigo una necesidad de la población a verse estéticamente atractivo, cosa que para ello se necesita de muchas horas de esfuerzo tanto físico como mental, en los aspectos de una buena dieta, ejercicio de calidad, horas de sueño..., y todo este esfuerzo se reduce drásticamente con la toma de esteroides, por lo que una parte de las personas que basan su vida en trabajar las redes sociales acude a estas ayudas para tener un cuerpo más estético y “bonito” para ganar más repercusión en redes, sin importar los efectos secundarios asociados a su uso (30)

En mi opinión, esto es un tema que ha de trabajarse desde la educación primaria, ya que ahí el mensaje persuasivo y la información puede calar en los niños evitando que en un futuro decidan usar estas sustancias (32), para ello es importante que se desarrollen programas educativos.

Lo más importante en este tema es, a mi modo de ver, dar a conocer la información integra de los efectos de los esteroides, tanto los buenos como los malos, para que cada uno haga su juicio propio sobre el tema para poder así evitar su consumo, ya que claramente tiene más cosas negativas que positivas para la salud, aún así y tal y como se ha visto, hay muchas personas dispuestas a sacrificar su salud con el objetivo de verse mejor físicamente o ganar algo más de fuerza.

Limitaciones

La principal limitación que he tenido a la hora de realizar el trabajo ha sido encontrar estudios válidos recientes, esto probablemente debido a que son sustancias que están prohibidas, por lo que dificulta su estudio.

Otra de los puntos negativos del trabajo ha sido el no partir de los primeros artículos escogidos inicialmente para hacer el trabajo entero, ya que me limitaba mucho a la hora de hablar de efectos secundarios, por lo que he tenido que recurrir a literatura más antigua, lo que puede que haga que el trabajo esté un poco desactualizado, al no tener acceso a estudios recientes del tema.

Muchos de los estudios escogidos en la revisión parten de muestras pequeñas de personas, por lo que no son representativas a la población y muchos de los resultados de pueden haber visto modificados por los sesgos, aún así he intentado ser lo más riguroso posible con la información que he expuesto en el trabajo comparando con otros estudios y otras revisiones (1,33)

Justificación del estudio

Y ya, por último, ¿porque decidí este tema?

Bueno esto viene por mi interés personal hacia el deporte y mi intención de mezclar la carrera cursada de Nutrición Humana y Dietética con el ámbito del deporte, por lo que al decidir mi tutor rápidamente le propuse algo relacionado con el deporte y a él le parecía buen tema el doping, y con eso en mente u mucha curiosidad y ganas de investigar del tema me puse con ello.

Conflicto de intereses

El autor no declara tener ningún conflicto de intereses.

Anexo 1/Tabla 3	Muestra estudiada (n=)	Tipo de deporte/población	Procedimiento principal (principal sustancia)	Uso de otras sustancias	Población estudiada	Resultado
Börjesson et al. (2016)	8	Entrenamiento de fuerza, competición de bodybuilding	Entre 7 semanas y 2 años de uso de AAS/clembuterol	Clembuterol, efedrina y hormona de crecimiento D:	Femenina	Se encontraron efectos secundarios
Udo Meinhardt et al. (2010)	96	Resistencia, fuerza, potencia de salto y sprint	Hormona de crecimiento	Testosterona	Mixta	La hormona de crecimiento influye en la capacidad de sprint junto con testosterona, aumento de masa magra y reducción de masa grasa,
Doley et al. (2020)	504		Clases de 2 meses	No se usan sustancias, es un programa contra su uso	Masculina	Se teoriza que servirá para concienciar del uso de estas sustancias y disminuir su consumo
Baggish et al. (2010)	12	Levantamiento de peso	Ensayo clínico,	Hormona de crecimiento, testosterona...	Masculina	Hay una evidencia fuerte al relacionar el consumo de AAS con una reducción relevante de la función del ventrículo

			varia intrasujeto			izquierdo
Forsdahl et al. (2015)	6	-	Ester de testosterona	-		Los tiempos de detección de esters exogenos de testosterona en sangre varian entre 4 días y 2 meses, dependiendo del ester administrado
Esquivel et al. (2017)	5	-	Metabolitos de sulfato	-	Masculina	El uso de metabolitos de sulfato como biomarcadores para detectar la presencia de testosterona exógena es dependiente de la intra-variabilidad de los sujetos, y aumenta el tiempo de detección de la misma.
Horcajo et R. de la Vega (2014)	68	Fútbolistas	Cambio de actitud por medio de actividad	-	Mixta	El mensaje persuasivo es mas eficaz en el tiempo ante un cambio de actitud hacia las sustancias dopantes
Enea et al. (2010)	28	Ciclismo y judo	Deteccion nandrolona endógena	Anticonceptivos	Femenina	La producción endógena en mujeres no esta influenciada ni por ejercicio intenso, ni por

						anticonceptivos orales ni por entrenamiento, y afirma que el limite inferior de detección de doping en esta sustancia es aceptable y asegura presencia de doping en mujeres eumenorreicas
Buckman et al. (2013)	11556	Estudiantes multidisciplinares	AAS, testosterona, PES...	Alcohol, marihuana, cocaína, narcoticos...	Masculina	Desmuestra la relacion positiva entre el consumo de sustancias anabólicas para mejorar el rendimiento con el uso de drogas recreacionales
Synder et al. (2016)	790	Ancianos	Testosterona	-	Masculina	Aumentar la concentración sérica de testosterona en ancianos mayores de 65 hasta valores normales en el rango de 19-40 tuvo mejorías en función sexual, función física y estado de ánimo

Collomp et al. (2018)	21	Atletas jovenes	DHEA	-	Mixta	La administracion de DHEA en jovenes induce a unos cambios significativos en los niveles hormonales basales
Gravisse et al. (2018)	20	Atletas recreacionales	DHEA	-	Mixta	La suplementación a corto plazo de DHEA en atletas jovenes sanos no produce cambios significativos en la cantidad de comida ingerida, actitud, composicion corporal ni en las adipoquinas
Budoff et al. (2017)	170	Ancianos	Testosterona	-	Masculina	Aumentar la concentración sérica de testosterona en ancianos mayores de 65 con hipogonadismo sintomático hasta valores normales en jóvenes se asocia a un aumento significativo en en el volume de placa arterial no cacificada

Miller et al. (2018)	12	Atletas recreacionales	Citrato de clomifeno	-	Masculina	El clomifeno eleva significativamente los niveles séricos de testosterona y gonadotropina en hombres sanos mejorando así su rendimiento
Badoud et al. (2013)	19	Adultos sanos	Esteroides	-	Masculina	El método espectrométrico QTOF para detectar metabolitos sulfo- y glucocjugados es capaz de detectar doping, siendo los glucocjugados el mejor indicador para detectar consumo de undecanoato de testosterona
Matabosh et al. (2013)	4	Adultos sanos	Metilpredisolona	-	Masculina	Los metabolitos M8 y M11 fueron los mejores marcadores de dopaje en este estudio. La metilpredisolona no es el mejor

						marcador para distinguir via tópica u oral.
Diel et al. (2010)	33	Atletas recreacionales	Androgenos	-	Masculina	El análisis de la señalización de MSTN puede ser una estrategia para identificar manipulaciones anabólicas independientemente de la sustancia o técnica usada
Palonek et al. (2016)	11	Individuos sanos	Decanato de nandrolona	-	Masculina	Se demuestra que pese a la gran variabilidad en el perfil de excreción de 19-NT, 19-NA y 19-NE, se puede indentificar dopaje 4 y 9 meses despues de la inyección de una sola dosis
De Albuquerque Cavalcanti et al. (2012)	4	Individuos sanos	Metilstenbolona	-	Masculina	Se detectaron dos metabolites a largo plazo despues de una sola administración de metilstenbolona, que permanecen detectable una semana despues de la

						administración oral
Escudero et al. (2018)	12	Influencia del gen UGT2B17	Perfil de esteroides		No indica	La administración de una dosis única de testosterona induce a un aumento significativo en la concentración urinaria independientemente del genotipo

Bibliografía:

1. Hoffman JR, Ratamess NA. *Medical issues associated with anabolic steroid use: are they exaggerated?*. J Sports Sci Med. 2006;5(2):182-93.
2. World Anti-Doping Agency (WADA). wada-ama.org, World Anti-Doping Agency [internet].
3. Börjesson A, Gårevik N, Dahl M-L, Rane A, Ekström L. *Recruitment to doping and help-seeking behavior of eight female AAS users*. Subst Abuse Treat Prev Policy. 2016;11:11.
4. Doley JR, McLean SA, Griffiths S, Yager Z. *Study protocol for Goodform - a classroombased intervention to enhance body image and prevent doping and supplement use in adolescent boys*. BMC Public Health. 2020; 20:59
5. Iriart JAB, Andrade TM de. *Body-building, steroid use, and risk perception among young body-builders from a low-income neighborhood in the city of Salvador, Bahia State, Brazil*. Cad Saude Publica. 2002;18(5):1379-87
6. National Institute on Drug Abuse. Drugabuse.gov, drugfacts, esteroides anabólicos [internet]
7. World Anti-Doping Agency (WADA). Technical Document TD2014EAAS. *Endogenous Anabolic Androgenic Steroids. Measurement and Reporting*. 2014. [27 April 2015] disponible en: <https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada-td2014eaas-v1.0-endogenous-anabolic-androgenic-steroids-measurement-and-reporting-en.pdf>

8. Badoud F, Boccard J, Schweizer C, Pralong F, Saugy M, Baume N. *Profiling of steroid metabolites after transdermal and oral administration of testosterone by ultra-high pressure liquid chromatography coupled to quadrupole time-of-flight mass spectrometry.* Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2013, 0960-0760
9. Escudero, P.M., Muñoz-Guerra, J.A., García-Tenorio, S.V., Garde, E.S., Navarro, B.S., Canales, M.G., Prado, N., Ferrer, E.F., Pérez, C.F., *Impact of the UGT2B17 polymorphism on the steroid profile. Results of a crossover clinical trial in athletes submitted to testosterone administration,* Steroids. 2018;(18)30-213-7
10. Matabosch X, Pozo OJ, Monfort N, Perez-Mañá, C, Farré M, Marcos J, Segura J, Ventura R. *Urinary profile of methylprednisolone and its metabolites after oral and topical administrations.* Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2013; 138:214-221
11. Forsdahl G, Erceg D, Geisendorfer T, Turkalj M, Plavec D, Thevis M, Gmeiner G. *Detection of testosterone esters in blood.* Wiley Online Library. 2015, 7, 983–989
12. Alquraini H, Auchus RJ. *Strategies that athletes use to avoid detection of androgenic-anabolic steroid doping and sanctions.* Molecular and Cellular Endocrinology. 2018; 15;464:28-33.
13. Esquivel A, Alechaga E, Monfort N, Ventura R. *Sulfate metabolites improve retrospectivity after oral testosterone administration.* Wiley Online Library. 2018;11(3):392-402

14. Horn S, Gregory P, Guskiewicz KM. *Self-reported anabolic-androgenic steroids use and musculoskeletal injuries: findings from the center for the study of retired athletes health survey of retired NFL players*. Am J Phys Med Rehabil. 2009;88(3):192-200
15. O'Sullivan AJ, Kennedy MC, Casey JH, Day RO, Corrigan B, Wodak AD. *Anabolic-androgenic steroids: medical assessment of present, past and potential users*. Med J Aust. 2000;173(6):323-7
16. Socas L, Zumbado M, Pérez-Luzardo O, Ramos A, Pérez C, Hernández JR, et al.. *Hepatocellular adenomas associated with anabolic androgenic steroid abuse in bodybuilders: a report of two cases and a review of the literature*. Br J Sports Med. 2005;39(5)
17. Franco-López A, Sanz-Valero J, Culebras JM. *Publicar en castellano, o en cualquier otro idioma que no sea inglés, negativo para el factor de impacto y citaciones*. J Negat No Posit Results. 2016;(2):65-70.
18. Baggish AL, Weiner RB, Kanayama G, Hudson JI, Picard MH, Hutter AM, et al.. *Long-term anabolic-androgenic steroid use is associated with left ventricular dysfunction*. Circ Heart Fail. 2010;3(4):472-6
19. IlićI, DjordjevićV, StankovićI, Vlahović-Stipac A, PutnikovićB, BabićR, et al.. *The impact of anabolic androgenic steroids abuse and type of training on left ventricular remodeling and function in competitive athletes*. Vojnosanit Pregl. 2014;71(4):383-9
20. Sader, M.A, Griffiths, K.A, McCredie, R.J, Handelsman, D.J, Celermajer, D.S. *Androgenic anabolic steroids and arterial structure and*

function in male bodybuilders. J. Am. Coll. Cardiol. 2001; 37:224-230

21. Riebe, D; Fernhall, B; Thompson, P.D. *The blood pressure response to exercise in anabolic steroid users.* Med. Sci. Sports Exerc. 1992; 24:633-637
22. Dhar R, Stout C.W, Link M.S, Homoud M.K, Weinstock J. Estes N.A. *Cardiovascular toxicities of performance-enhancing substances in sports.* Mayo Clinic Proceedings 2005;80, 1308-1315
23. Enea C, Boisseau N, Bayle ML, Flament MM, Grenier-Loustalot MF, Denjean A, Diaz V, Dugue B. *Nandrolone excretion in sedentary vs physically trained young women.* Scand J Med Sci Sports 2010; 20: 90–99
24. Miller GD, Moore C, Nair V, Hill B, Willick SE, Rogol AD, Eichner D. *Hypothalamic-Pituitary-Testicular Axis Effects and Urinary Detection Following Clomiphene Administration in Males.* J Clin Endocrinol Metab, March 2019, 104(3):906–914.
25. Palonek E, Ericsson M, Gårevik N, Rane A, Lehtihet M, Ekström L. *Atypical excretion profile and GC/C/IRMS findings may last for nine months after a single dose of nandrolone decanoate.* Steroids. 2016; 0039-128
26. Collomp K, Buisson C, Gravisse N, Belgherbi S, Labsy Z, Do MC, Gagey O, Dufay S, Vibarel-Rebot N, Audran M. *Effects of short-term DHEA intake on hormonal responses in young recreationally trained athletes: modulation by gender.* Springer Nature. 2018; 59(3):538-546

27. Dickerman R.D., Pertusi R.M., Zachariah N.Y., Dufour D.R., McConathy W.J. *Anabolic steroid-induced hepatotoxicity: Is it overstated?* Clinical Journal of Sport Medicine. 1999;9, 34-39
28. Vanderschueren D., Vandenput L., Boonen S., Lindberg M.K., Bouillon R., Ohlsson C. *Androgens and bone.* Endocrine Reviews. 2004;25: 389-425
29. Sturmi J.E., Diorio D.J. *Anabolic agents.* Clinics in Sports Medicine. 1998;17, 261-282
30. Bernstein JA, Matos T. *Musculação, uso de esteróides anabolizantes e percepção de risco entre jovens fisiculturistas de um bairro popular de Salvador, Bahia, Brasil.* Cad. Saúde Pública. 2002;18 (5)
31. Su TP, Pagliaro M, Schmidt PJ, Pickar D, Wolkowitz O, Rubinow DR. *Neuropsychiatric effects of anabolic steroids in male normal volunteers.* JAMA. 1993;269(21):2760-4
32. Buckman JF, Farris SG, Yusko DA. *A national study of substance use behaviors among NCAA male athletes who use banned performance enhancing substances.* Drug and Alcohol Dependence 2013;131, 50–55
33. Urios López Ricardo, Sanz-Valero Javier. *Efectos adversos asociados al uso de anabolizantes en deportistas: revisión sistemática.* Ars Pharm [Internet]. 2018;59(1): 45-55

