

## **DOPAJE EN EL DEPORTE Y LA VIDA COTIDIANA. Parte II**

### **DOPING IN SPORTS AND EVERYDAY LIFE. PART 2**

**ORTIZ CARRILLO JUAN CARLOS**

jcortizc@ut.edu.co  
Maestría en Ciencias Biomédicas  
Profesor de Planta tiempo completo para Farmacología Clínicas  
Programa de Medicina  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad del Tolima

**PULECIO ROJAS ALEJANDRO**

pulecio98@hotmail.com  
Estudiante de pregrado  
Programa de Medicina  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad del Tolima

Fecha de recibido: 02-09-2019  
Fecha de aceptado: 23-03-2020

#### **RESUMEN**

El dopaje por sustancias u otros medios traen consecuencias catastróficas para el deportista, en su fisiología, en el desempeño deportivo y en la ética deportiva. En estos últimos 10 años después de la primera entrega se ha actualizado la lista de sustancias prohibidas de la WADA, exhibiéndose nuevas sustancias y métodos que han sido utilizados en estos años por algunos deportistas sean profesionales o amateur, con el fin de mejorar su rendimiento físico y obtener mejores resultados a costa de los posibles efectos secundarios que alteran la salud de la persona. En este artículo se define el concepto de dopaje y se presenta la lista de sustancias prohibidas por la WADA actualizada a la fecha con algunos casos famosos en nuestro medio relacionados con deportistas de alto rendimiento.

Palabras clave: dopaje, deporte, medicamentos, drogas, efectos.

#### **ABSTRACT**

Doping by substances or other means have catastrophic consequences for the athlete, in his physiology, in sports performance and in sports ethics. In the last 10 years after the first delivery, the list of prohibited substances of the WADA has been updated, exhibiting new substances and methods that have been used in these years by some athletes, whether professional or amateur, in order to improve their physical performance and to get better results at the cost of possible side effects that alter the person's health. This article defines the concept of doping, and presents the list of substances prohibited by the WADA updated

to date with some famous cases in our environment related to high-profile athletes performance.

Keywords: doping, sports, medicaments, drugs, effects.

## **INTRODUCCIÓN:**

Luego de la publicación de la primera parte del este tema en la misma revista hace 1 década (Molano & Ortiz-Carrillo, 2009), han surgido diferentes noticias relacionadas con nueva información aportada por la Agencia Mundial Antidopaje (World Anti-Doping Agency-WADA), sobre la lista de sustancias y procedimientos prohibidos en la actividad deportiva, junto con excepciones para el uso terapéutico de sustancias en el deportista. Así mismo ha crecido la información en los medios de comunicación con relación a grupos deportivos y deportistas de elite famosos que han resultado positivos en el examen antidopaje en competencias nacionales e internacionales. El objetivo del artículo es dar un panorama actualizado a la fecha sobre el tema para orientar a todos los miembros involucrados en desarrollo de actividades deportivas, dejando otra próxima entrega para hablar sobre la relación entre dopaje en el deporte y la vida cotidiana.

## **DEFINICIÓN DE DOPAJE EN EL DEPORTE:**

El dopaje (doping, en inglés) se conoce como el uso o consumo consciente de sustancias, drogas o fármacos para aumentar el rendimiento deportivo, reducir la recuperación tras el esfuerzo o aumentar la fuerza y la resistencia (Mottram, 1988; Gomez & Osorio, 2007; Ortiz Carrillo,2017). Sin embargo, en la definición inicial debería también incluir la administración ilegal de métodos prohibidos que no se definen como fármaco o sustancia.

Inicialmente debemos decir que un fármaco es una sustancia xenobiótica (del griego xeno: fuera de o externa; biótica: relacionada con la vida), que modifica el funcionamiento de un organismo vivo por su interacción con este. (Mottram, 1988; , Rang, 2016; Ortiz Carrillo,2017). El fármaco no es alimento, sustancia endógena producida por el organismo o cuerpo humano. (Mottram, 1988; Rang, 2016; Ortiz Carrillo,2017). El fármaco podría producir un efecto benéfico para el cuerpo en su interacción, llamándose medicamento; pero

también podría producir efectos dañinos al organismo, denominándose tóxico. Si la sustancia produce efectos deletéreos de tipo adictivo en el cuerpo humano se denomina droga. (Mottram, 1988; Ortiz Carrillo,2017).

En la definición, el dopaje también incluye la administración ilegal de métodos prohibidos, que incluyen el real “trasplante de tejido sanguíneo” o las transfusiones sanguíneas (Mottram, 1988; Thieme & Hemmersbach, 2010) , la hemodiálisis (WADA, 2013) y el dopaje genético (Schneider & Friedmann, 2006) o manipulación genética por medio de factores de crecimiento como la eritropoyetina ( EPO), el factor de crecimiento insulínico tipo 1 ( IGF-1), el gen de la miosina, o el bloqueo del gen de miostatina, entre otros.

El consumidor que utiliza el dopaje en el deporte puede ser de diferente índole, como deportistas profesionales o deportistas aficionados, y su uso es independiente de su motivación individual (ambiciones ilimitadas, chovinismo colectivo o excesivo interés financiero) (Schneider & Friedmann, 2006).

Sin embargo, según la guía de referencia para el deportista del Código Mundial Antidopaje (WADA,2015), el dopaje no es solamente el consumo o uso de la sustancia o método prohibido de una lista y es mucho más que un simple resultado positivo (que en los términos del código se denomina *resultado analítico adverso*), porque además incluyen (WADA,2015):

-Falsificación o intento de falsificación de cualquier parte del procedimiento de control de dopaje. Por ejemplo, interferir intencionalmente con un oficial de control de dopaje, intimidar a un posible testigo o alterar una muestra mediante el añadido de una sustancia extraña.

-Posesión de una sustancia o de un método prohibido. No está bien comprar o poseer una sustancia prohibida con el fin de dársela a un amigo o un familiar, salvo en determinadas circunstancias médicas justificadas muy limitadas; a saber, comprar insulina para un hijo diabético.

- Traficar o intentar traficar una sustancia o un método prohibido.

- Administración o intento de administración de una sustancia o un método prohibido a un deportista.
- Complicidad. Esto comprende una amplia gama de acciones: asistir, incitar, contribuir, instigar, conspirar, encubrir o “cualquier otro tipo de complicidad” que comprenda una infracción o un intento de infracción de una norma antidopaje por “otra persona”.
- Asociación prohibida.
- Localización (Paradero) del deportista fallido.
- Evadir, negarse o no presentar una recolección de una muestra.

El dopaje, caracterizado por *resultado analítico adverso* y otras infracciones se comprueban a través de medios confiables (ejemplo: resultados de laboratorios en instituciones estandarizadas aprobadas internacionales) u otras pruebas “no analíticas”, que conforman, por ejemplo, el “Pasaporte Biológico del Deportista” (un estudio en el tiempo de varios parámetros biológicos), admisiones, testimonios de testigos y diversos tipos de pruebas documentadas, entre otras (WADA,2015).

Con esta definición de dopaje se representa una problemática de carácter deportivo y social, debido a que esta práctica inmoral y desleal obstaculiza las competiciones y deslegitima al deporte, puesto que el dopaje simboliza un camino fácil para el cumplimiento de los objetivos, deslegitimando el esfuerzo e idealizando la propia práctica.

#### **AUTORIDADES PARA LA REGULACIÓN DEL DOPAJE:**

El dopaje, desde el punto de vista social y cultural, permeó al deporte al crearse las competencias nacionales e internacionales, y así fue necesaria la creación de organizaciones que controlarían este fenómeno, como la AMA (Agencia Mundial Antidopaje) y el código mundial antidopaje, escrito por la WADA , que Prepara y publica anualmente la lista de sustancias y métodos prohibidos (WADA,2019) que es actualizada cada año, con asesoría de un panel de expertos en la materia, así como con las autoridades públicas y deportivas, proporcionando una guía para todas las disposiciones legales de lucha contra el dopaje para todas las organizaciones que deseen ejercer control antidopaje ( Molano & Ortiz Carrillo, 2009; Sierra, 2015; Arévalo & Mejias,2017).

Los principios, en donde se fundamenta la lucha contra el dopaje de las organizaciones internacionales, son los siguientes:

-Proteger los derechos fundamentales de los atletas cuando participan en competencias deportivas libres de doping y así promover la salud, el juego limpio y la equidad entre los atletas del mundo entero.

-Consolidar programas antidopaje armonizados, coordinados y efectivos a nivel nacional e internacional para la detección, disuasión y prevención del dopaje. (Graf-Baumann, 2006, Molano & Ortiz Carrillo, 2009; Arévalo & Mejias 2017)

En Colombia existe La ley 845, consignada en el decreto de Ley 1085 del 2015, parte 12, títulos 1 a 5, que regulan la lucha contra el dopaje en el país (Coldeportes, 2015) y que define las *Autoridades de control antidopaje competentes en Colombia*:

- 1- El Director del instituto colombiano del deporte.
- 2- Los Presidentes de las federaciones deportivas debidamente reconocidas.
- 3- La Comisión nacional antidopaje y medicina deportiva. (Arévalo & Mejias 2017).

Aunque la legislación orienta sobre la prohibición del uso de sustancias que mejoran el rendimiento físico en los deportistas y en determinadas disciplinas se piden pruebas anti-doping para saber si la deportista esta “limpio” o no de estas sustancias, todavía existe un gran desconocimiento de los deportistas sobre el tema, y además hay un enorme vacío en la difusión del tema entre los centros académicos de formación en licenciatura en deporte y centros de entrenamiento deportivo. Sin embargo, se sabe que, aun conociendo la reglamentación anti-doping de la disciplina, los deportistas utilizan sustancias o métodos conociendo los riesgos y las multas que pueden ejercer los mecanismos de control del dopaje. Como ejemplo están los deportistas colombianos Jarlinson Pantano, Wilmar Paredes y Juan José amador que dieron positivo en un control de dopaje, dejando una imagen negativa sobre los deportistas colombianos en su disciplina deportiva (El espectador, 2019). Además, el problema es aún más problemático en algunos deportes, porque medio de comunicación afirman que los casos de dopaje Colombia han aumentado a tal extremo,

considerándose a Colombia como el segundo país con más casos actuales de dopaje de ciclismo en el mundo (El espectador, 2019).

### **LISTA DE SUSTANCIAS PROHIBIDAS:**

Existen diferentes clasificaciones para los agentes que producen dopaje en el deporte, pero la más aceptada es la que propone la WADA. Inicialmente se presenta la clasificación aceptada hace 1 década con ejemplos característicos y posteriormente se explica la clasificación actualizada (WADA,2019) basadas en el artículo 4.2.2 del código mundial antidopaje, con su sigla aprobada, como sustancia (S) o método (M). La clasificación en detalle de los fármacos o sustancias desde el punto de vista farmacológico, con los nombres oficiales de la denominación común internacional (DCI), realizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), es extensa, puesto que, según la OMS, en la actualidad existen unas 4.000 denominaciones comunes internacionales en todo el mundo para fármacos, y cada año se suman entre 120 y 150 nuevas DCI, a medida que se solicitan DCI para nuevas sustancias farmacéuticas (OMS, 2017). Por esta razón, enunciaremos los nombres de las familias de sustancias y métodos que “incluyen sustancias, pero no se limitan...” (WADA,2019). Dentro de cada familia, se describen algunos efectos básicos que producen en el deporte para clasificarlas como dopaje, con ejemplos actualizados de deportistas de alto rendimiento de nuestro país o internacionalmente que fueron visibilizados en los medios de comunicación.

La clasificación de hace una década se basa en el lugar y el tiempo en el que estén restringidos (WADA,2009):

**SUSTANCIAS PROHIBIDAS SIEMPRE:** Se hace referencia a que su uso se prohíbe en competición y fuera de ella, como ejemplo de estas existen sustancias que no se utilizan a la hora de competir, pero que estimulan el aumento del rendimiento mediante la reducción del tiempo de recuperación, la inducción de pérdida de peso como los diuréticos, o el aumento del crecimiento muscular, como los esteroides, etc. (WADA,2009)

MÉTODOS PROHIBIDOS SIEMPRE.

**SUSTANCIAS PROHIBIDAS EN COMPETICIÓN:** estas sustancias tienen un efecto temporal que aumenta el rendimiento durante la competición, por lo que son penalizadas solo si se encuentran en un test de dopaje antes de la competencia, suelen ser sustancias que aumentan el rendimiento de manera temporal como los cannabinoides y los estimulantes del sistema nervioso central, como la cafeína (WADA,2009).

**SUSTANCIAS PROHIBIDAS EN CIERTOS DEPORTES.** El ejemplo más representativo es el de los betabloqueantes adrenérgicos, que solo se prohíben en deportes que requieran destreza y habilidad, como el tiro con arco, automovilismo, esgrima, etcétera. (WADA,2009).

La clasificación actual (WADA,2019) es la siguiente:

#### **SUSTANCIAS PROHIBIDAS SIEMPRE:**

**S0. SUSTANCIAS NO APROBADAS:** se define como todo fármaco no incluido en ninguna de las siguientes secciones de la Lista y sin aprobación vigente por ninguna autoridad gubernamental regulatoria de la salud para uso terapéutico en humanos (por ej. drogas en desarrollo clínico o preclínico o discontinuadas, drogas de diseño, sustancias aprobadas solamente para uso veterinario) están siempre prohibidas (WADA,2019).

**S1. AGENTES ANABOLIZANTES:** dentro de estas sustancias incluyen:

##### 1. ESTEROIDES ANABOLIZANTES ANDROGÉNICOS (EAA):

En la clasificación se dividen en: exógenos, endógenos y sus metabolitos que son administrados exógenamente y otros anabolizantes.

a.EAA exógenos: es decir, una sustancia que generalmente el cuerpo no puede producir de forma natural, Estos fármacos se denominan igual que los andrógenos que producimos, la testosterona y la gran mayoría termina en el sufijo “sterona”, “rona”, “lona”, “nona”, “diona”, “nediol”, “riol”, “stebol”, “abol” o “ebol”, “azol” u “ozol” (Ortiz-Carrillo,2017b), e incluyen otras sustancias con estructura química o efectos biológicos similares (WADA,2019).

b. EAA endógenos y sus Metabolitos e isómeros administrados exógenamente: Un EAA endógeno es una sustancia que generalmente el cuerpo puede producir de forma natural. Se denominan igual que los EAA exógenos (Ortiz-Carrillo,2017b).

c. otros anabolizantes: Incluyen, pero no se limitan a: Clenbuterol y moduladores selectivos del receptor de andrógeno (SARMs ), como por ejemplo la ostarina (enobosarm); la , Tibolona, zeranol y el zilpaterol (WADA,2019)

Los esteroides anabólicos son agonistas sintéticos de la hormona sexual masculina, la testosterona. “Anabólico” se refiere a la estimulación del desarrollo muscular, óseo y hematopoyesis, y “Androgénico” que se manifiesta por la aparición de caracteres sexuales secundarios masculinos (Vaquer, 2016). En la clasificación actual, los Metabolitos e isómeros de los EAA endógenos, se dejan sólo aquellas sustancias endógenas que se sabe están actualmente disponibles en suplementos nutricionales o que pueden utilizarse como agentes enmascarantes (por ej., para afectar el "perfil esteroideo") (WADA, 2019). La Lista de Prohibiciones generalmente no enumera los Metabolitos, a menos que proporcione información útil a los Deportistas o a las partes interesadas. Los Metabolitos excluidos pueden tener nombres múltiples y por el momento se desconoce que estén disponibles en suplementos nutritivos o que tengan actividad biológica (WADA,2019).

La testosterona y los EAA causan una gran diversidad de efectos fisiológicos, son ergogénicos (aumenta la potencia muscular), promueven el crecimiento del tejido muscular, aumentan la eritropoyesis y pueden causar comportamientos agresivos. (Vaquer, 2016). El efecto rebote del cortisol (hormona endógena) y sus receptores en personas que utilizan anabólicos esteroides, producen serios problemas como la adicción psicológica, siendo muy probable la dependencia al fármaco o en este caso se podría denominar droga. Una de las razones de la dependencia es la rápida pérdida de fuerza y tamaño muscular cuando se dejan los esteroides. Para evitar el desacondicionamiento, muchos atletas desean tomar las drogas por un mayor periodo de tiempo (Vaquer, 2016).

La administración de esteroides a largo plazo incrementa el riesgo de sufrir varios serios efectos colaterales como la supresión del sistema inmunológico (al suprimir la producción

de Cortisol), que como consecuencia hace que las personas que consumen esteroides estén más propensos a enfermedades, como resfríos y gripes, siguiendo el periodo inmediato a la administración de esteroides (Vaquer, 2016). Además produce efectos secundarios de tipo cardiovascular, estéticos e incluso la impotencia sexual (Ortiz-Carrillo, 2017b).

El uso de esteroides es común en deportistas que practican la halterofilia y en el fisicoculturismo, actualmente se encuentra mucho el consumo de esteroides en gimnasios para mejorar el rendimiento físico y aumentar la masa muscular, entre los esteroides que se encuentran de venta libre y son fáciles de conseguir se encuentra el winstrol (Martinez, 2013). Esto es un gran problema para el control sanitario en el país.

## **S2. HORMONAS PEPTÍDICAS, FACTORES DE CRECIMIENTO, SUSTANCIAS AFINES Y MIMÉTICOS:**

Las siguientes sustancias, y otras sustancias con estructura química o efectos biológicos similares, están prohibidas:

**1.** Eritropoyetinas (EPO) y agentes que afectan la eritropoyesis, incluyendo, pero no limitándose a:

**1.1** Agonistas del receptor de eritropoyetina: sustancias con el sufijo “poyetina” (Ortiz-Carrillo, 2018); Constructos derivados de EPO [p. ej. EPO-Fc; metoxi-polietilenglicol epoyetina beta (CERA)]; Agentes miméticos de EPO y sus constructos (p. ej. CNTO 530 y peginesatide).

**1.2** Agentes activadores del factor inducible por hipoxia (HIF): Argón, Cobalto, sustancias con el sufijo “dustat” (Ortiz-Carrillo, 2018) y el Xenón.

**1.3** Inhibidores de GATA: p. ej. K-11706.

**1.4** Inhibidores de TGF- $\beta$ : son catalogados como anticuerpos monoclonales (Ortiz-Carrillo, 2017c) como p. ej. Luspatercept; Sotatercept.

**1.5** Agonistas del receptor de reparación innato: como p. ej. Asialo-EPO; EPO carbamilada.

La Eritropoyetina (EPO) y sus congéneres se emplean para aumentar el hematocrito de la persona, es decir aumentar los glóbulos rojos, la EPO estimula la proliferación y maduración de los progenitores eritropoyéticos unidades formadoras de colonia eritroides (CFU-E), al

aumentar los glóbulos rojos o eritrocitos encargados de transportar el oxígeno y al intercambio gaseoso, da un buen aporte de oxígeno a los músculos, pero como consecuencia, en los deportistas que usan la EPO el hematocrito aumenta, al aumentar se necesita una mayor presión para mover el volumen sanguíneo, es decir, aumenta la presión arterial y también aparte de la hipertensión la alta cantidad de glóbulos rojos favorece la formación de trombos, estos trombos pueden desplazarse u ocluir una arteria coronaria generando isquemia, es decir puede causar un infarto en cualquier tejido o también puede dirigirse al cerebro y producir un accidente cerebro vascular (ACV) o ictus (Reyes, 2011; Mitchell, 2015). Actualmente la EPO ha sido utilizada por los ciclistas para poder tener una mayor oxigenación y resistencia en su actividad física, en el 2019 los ciclistas Wilmar Paredes, Juan José Amador y Jarlinson Pantano, estos ciclistas colombianos fueron sancionados debido a que se les encontró positivo en el control antidopaje que se les realizó, Jarlinson inconforme con lo sucedido decidió retirarse del ciclismo totalmente (EFE, 2019)

## 2. Hormonas peptídicas y sus factores de liberación:

**2.1** Gonadotropina coriónica (CG) y Hormona Luteinizante (LH) y sus factores de liberación: El nombre de estas sustancias tienen sufijo “relina” (Ortiz-Carrillo,2017b) y esta prohibidas sólo para hombres.

**2.2** Corticotrofinas y sus factores de liberación: p. ej. Corticorelina;

**2.3** Hormona de Crecimiento (GH) y sus fragmentos y factores de liberación: Son sustancias también su sufijo es “relina” (Ortiz-Carrillo,2017b), pero no se limitan a las sustancias puesto que algunas tienen nombres farmacéuticos (Ortiz-Carrillo,2017) como los Fragmentos de la hormona de crecimiento, por ej. AOD-9604 y hGH 176-191.

La GH actúa sobre el metabolismo intermediario favoreciendo el anabolismo proteico y la lipólisis. Entre sus efectos metabólicos se destacan: el incremento de la captación de aminoácidos y su incorporación a proteínas, especialmente en músculo e hígado y el incremento de la movilidad de ácidos grasos libres procedentes del tejido adiposo (Laudó, 2006), estimula la lipólisis en el tejido adiposo y la gluconeogénesis en el tejido hepático. Su efecto anabólico podría ser producto de la mediación de los factores de crecimiento relacionados a insulina (IGFs). Los atletas utilizan la GH para aumentar la masa muscular y la fuerza, sin embargo, ningún estudio ha comprobado un incremento estadísticamente

significativo de la masa muscular debido a la administración de GH únicamente, por lo que a menudo se combinan con EAA y con la actividad física intensa (Vaquer, 2016).

3. Factores de crecimiento y moduladores de factores de crecimiento: como el Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas (PDGF); Factor de Crecimiento de Tipo Insulínico-I (IGF-I) y sus análogos; Factores de Crecimiento Fibroblásticos (FGFs); Factor de Crecimiento del Endotelio Vascular (VEGF); Factor de Crecimiento de Hepatocitos (HGF); Factores Mecánicos de Crecimiento (MGF); Timosina- $\beta$ 4 y sus derivados por ej. TB-500. Estos y otros factores de crecimiento o moduladores de factores de crecimiento adicionales pueden afectar la síntesis/degradación proteica del músculo, tendón o ligamento, la vascularización, la utilización de energía, la capacidad regenerativa o el cambio de tipo de fibra muscular. (WADA,2019)

### **S3. AGONISTAS BETA-2:**

Todos los agonistas beta-2 adrenérgicos selectivos y no selectivos, incluidos todos los isómeros ópticos, están prohibidos. En gran mayoría de las sustancias su nombre termina en el sufijo “terol”, “amol”, “amina” o “alina” ( Ortiz-Carrillo, 2018b ), incluyendo el Tretoquinol (trimetoquinol), que es un ingrediente de medicamentos orales para el resfrío y la gripe, usado particularmente en algunos países de Asia ( WADA,2019). Los beta-2 agonistas adrenérgicos se clasifican según su vida media, sea corta ( SABA, short agonist beta adrenergic, en inglés) o Larga ( LABA, long agonist beta adrenergic).

En la clasificación se exceptúa el Salbutamol por inhalación: dosis máxima de 1600 microgramos por 24 horas, en dosis divididas que no excedan 800 microgramos a lo largo de 12 horas empezando con cualquier dosis; formoterol por inhalación: dosis máxima liberada de 54 microgramos por 24 horas y salmeterol por inhalación: dosis máxima de 200 microgramos por 24 horas (WADA,2019)

Sin embargo, la presencia urinaria de salbutamol en una concentración mayor de 1000 ng/mL o de formoterol en una concentración mayor de 40 ng/mL no es consistente con el uso terapéutico de la sustancia y por tanto se considerará un *Resultado Analítico Adverso*

(RAA) a menos que el (la) Deportista demuestre por medio de un estudio farmacocinético controlado que el resultado anormal fue consecuencia de una dosis terapéutica (por inhalación) hasta la dosis máxima indicada anteriormente (WADA,2019).

El mecanismo de acción del  $\beta_2$  agonista adrenérgico es una acción local , absorbiéndose en la luz de las vías respiratorias, con efectos directos sobre las células del musculo liso bronquiolar, activando molecularmente la vía proteína Gs-adenil ciclasa- AMPc- PKA, lo cual promueve unos eventos de fosforilación que conllevan finalmente a la relajación del músculo liso o broncodilatación ( Uribe, 2013; Ortiz Carrillo, 2018b).

El Clenbuterol es un beta-2 agonista broncodilatador, recientemente se ha introducido como droga popular entre los atletas en muchos deportes, como sustitutos de los esteroides anabólicos, causando además un aumento significativo en la masa muscular y disminuye el espesor del tejido graso, siendo este un efecto directo relacionado con el receptor beta 2 adrenérgico, aunque se logra a las dosis mucho menores que medicamentos relacionados como el salbutamol (Arévalo & Mejias,2017). El clenbuterol tiene una vida media de 35 horas y su excreción es renal, además sus residuos se pueden detectar por medio de técnicas como la cromo cromatografía líquida y cromatografía gaseosa con detección por espectroscopia de masas, o técnicas inmunológicas como ELISA y RIA. Con la administración continua, el clenbuterol se incorpora a las fibras del cabello, durante el crecimiento del mismo (Arévalo & Mejias,2017).

Como cualquier B2 agonista adrenérgico, el Clenbuterol tiene como efectos secundarios: la taquicardia (aumento de la frecuencia cardiaca), hipertensión, mialgias (dolor muscular), palpitaciones, nerviosismo, temblores, cefalea, diaforesis (sudoración), insomnio, espasmos musculares, náuseas, y puede ocasionar una muerte súbita debido a sus acciones cardiacas. (Arévalo & Mejias,2017).

En el Tour de Francia del 2010, Alberto Contador, ciclista profesional, dio positivo en sangre (1 pg/mL) y orina (50 pg/mL) a clenbuterol, aunque el dijo que fue por una ingesta de carne contaminada. Este tema generó mucha controversia debido a la cantidad ínfima de

sustancia, a los numerosos recursos presentados por el ciclista y a los contradictorios informes presentados por los diferentes profesionales que participaron en la investigación.” (Portales medicos, 2015). Los medios de comunicación comentaron que puede que exista la posibilidad que contador haya comido carne contaminada ya que el clenbuterol lo utilizan ilegalmente para aumentar la masa muscular de animales como lo son el cerdo y el ganado vacuno, entre otros animales, con la peculiaridad de que el clenbuterol se puede almacenar en el musculo y también en el hígado (Portales medicos, 2015).

#### **S4. MODULADORES HORMONALES Y METABÓLICOS:**

Los antagonistas hormonales y los moduladores son sustancias que influyen, inhibiendo o estimulando los receptores específicos para hormonas, por lo que aceleran o retardan reacciones selectivas específicas (Ferradas, s.f.).

Dentro de los moduladores hormonales y metabólicos siguientes están prohibidos:

1. Inhibidores de la aromatasas: el nombre de estas sustancias termina en el sufijo “trozol”, “mestano”, incluida la amino glutetimida y la testolactona. También otras sustancias tienen sufijos parecidos a los esteroides anabolizantes androgénicos, EAA (Ortiz Carrillo, 2017b).
2. Moduladores selectivos de los receptores de estrógeno (SERMs): que incluyen pero no se limitan a: Raloxifeno; Tamoxifeno; Toremifeno.
3. Otras sustancias antiestrogénicas: que incluyen pero no se limitan a: Clomifeno; Ciclofenil; Fulvestrant.
4. Agentes que previenen la activación del receptor IIB de la activina (que incluyen Inhibidores de miostatina): Dentro de estas sustancias están Anticuerpos neutralizantes contra la activina; anticuerpos contra el receptor IIB de activina (p. ej. bimagrumab); Competidores del receptor IIB de la activina tales como: Receptores señuelos de la activina (por ej. ACE-031); Inhibidores de miostatina, tales como: Agentes que reducen o ablacionan la expresión de la miostatina; Anticuerpos neutralizantes de la miostatina (p. ej. domagrozumab, landogrozumab, stamulumab); Proteínas ligantes de la miostatina (p. ej. folistatina, propéptido de la miostatina).

En la clasificación actual se hizo este cambio para reflejar las múltiples maneras por las cuales este receptor de activina IIB puede ser afectado (WADA,2019).

## 5. Moduladores metabólicos:

**5.1** Activadores de la proteína kinasa activada por la AMP (AMPK): p. ej. AICAR; SR9009; y agonistas del Receptor Activado por Proliferadores de Peroxisomas  $\delta$  (PPAR $\delta$ ), p.ej. ácido 2-(2-metil-4-((4-metil-2-(4-(trifluorometil)fenil)tiazol-5-il)metiltio)fenoxi)acético (GW 1516, GW501516).

**5.2** Insulinas e insulino-miméticos

**5.3** Meldonium

**5.4** Trimetazidina (WADA,2019)

## **S5. DIURÉTICOS Y AGENTES ENMASCARANTES:**

Los diuréticos son productos que ayudan a eliminar líquidos del cuerpo, actuando en los segmentos de la nefrona, anulando la reabsorción del agua, a costas de un aumento de la concentración del sodio dentro de la luz túbular renal. Otros diuréticos actúan bloqueando las hormonas que reabsorben iones como al espironolactona o bloqueadores de hormonas que reabsorben agua, como la vasopresina u hormona antidiurética (Ortiz Carrillo, 2012).

Los diuréticos y agentes enmascarantes siguientes están prohibidos, al igual que otras sustancias con estructura química o efectos biológicos similares.

Incluyen, pero no se limitan a:

Desmopresina; probenecida; expansores del plasma, p. ej., administración endovenosa de albúmina, dextrano, hidroxietilalmidón y manitol;

Acetazolamida; ácido etacrínico; amilorida; bumetanida; canrenona; clortalidona; espironolactona; furosemida; indapamida; metolazona; tiazidas, p. ej. bendroflumetiazida, clorotiazida e hidroclorotiazida; triamterene y vaptanes, p. ej., tolvaptán (WADA,2019).

Dentro de esta lista se exceptúan sustancias que actúan en sitios diferentes al riñón, aunque tengan igual mecanismo de acción, como la Drospirenona; pamabrom; y el uso oftálmico de los inhibidores de la anhidrasa carbónica (p. ej. la dorzolamida y la brinzolamida);

Administración local de felipresina en anestesia dental. (WADA,2019)

Hay diuréticos potentes tipo furosemida y congéneres (Vaquer,2016), que incrementan el flujo de orina unos 6 litros por día, produciendo cambios en los compartimientos de líquido del cuerpo humano, otras sustancias bloquean a nivel de la nefrona el sitio de salida de sustancias específicas, por lo que se le denominan agentes enmascarantes, porque su propósito es ocultar la presencia de drogas ilegales durante las pruebas de dopaje. Así, los diuréticos se pueden ver como agentes “enmascarantes” debido a la dilución de la orina, dando lugar a menores niveles de otras sustancias prohibidas. ( Ortiz-Carrillo,2012; Ferradas, s.f.)

En la detección en una Muestra del Deportista en todo momento o en Competición, según corresponda, de cualquier cantidad de las siguientes sustancias umbral: formoterol, salbutamol, catina, efedrina, metilefedrina y pseudoefedrina, en combinación con un diurético u agente enmascarante será considerada como un *Resultado de Análisis Anormal (RAA)* salvo si el Deportista posee una Autorización de Uso Terapéutico (AUT) para dicha sustancia además de aquella otorgada para el diurético u agente enmascarante ( WADA,2019)

Los diuréticos son hace muchos años usados en deportes como el boxeo, halterofilia y la lucha libre entre otros, para cambiar de categoría al perder peso. Se detectan en orina y sus complicaciones se extienden a desequilibrios electrolíticos (especialmente de potasio), deshidratación, calambres musculares, debilidad, náusea y problemas en la regulación de la temperatura corporal. (Vaquer, 2016)

Entre los últimos casos de dopaje por diuréticos se encuentran los dos boxeadores rusos Islam Dashaev y Alena Tokarchuk que lucharon en torneos oficiales el año pasado a pesar de las prohibiciones anunciadas por la agencia rusa antidopaje RUSADA, lo que está prohibido por las reglas internacionales contra el dopaje (LatinAmerican Post, 2019).

## **MÉTODOS PROHIBIDOS:**

### **M1. MANIPULACIÓN DE SANGRE Y COMPONENTES SANGUÍNEOS:**

Lo siguiente está prohibido:

1. La Administración o reintroducción de cualquier cantidad de sangre autóloga, alogénica (homóloga) o heteróloga o de productos de hematíes de cualquier origen en el sistema circulatorio.
2. Mejora artificial de la captación, el transporte o la transferencia de oxígeno. Incluye pero no se limita a: productos químicos perfluorados; efaproxiral (RSR13) y los productos de hemoglobina modificada, p. ej., productos basados en sustitutos de la hemoglobina o en hemoglobina microencapsulada, excluyendo el oxígeno suplementario por inhalación.
3. Cualquier forma de manipulación intravascular de la sangre o componentes sanguíneos por medios químicos o físicos.

La Manipulación de la sangre es la administración o reintroducción de cualquier cantidad de sangre autóloga, alogénica (homóloga) o heteróloga, o de productos de hematíes de cualquier origen en el sistema circulatorio. (Vaquer, 2016; Arevalo & Mejias, 2017). El objetivo es aumentar el nivel de hemoglobina que transporta el oxígeno en la sangre, aumentando el rendimiento en deportes de resistencia. La criopreservación de la sangre autóloga es una alternativa de almacenamiento más sofisticada a los frigoríficos convencionales ya que mediante este método la detección del dopaje es más difícil.

Sin embargo, la administración de sangre o componentes sanguíneos no esta exento de efectos secundarios como la hipertensión arterial, reacciones alérgicas, efectos cardiovasculares diversos, efectos en los órganos retículo-endotelial y hasta liberación de radicales libres de oxígeno que son deletéreos para la salud (Mitchell, 2015; Ferradas, s.f.)

### **M2. MANIPULACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA**

Lo siguiente está prohibido:

1. La Manipulación, o el Intento de Manipulación, con el fin de alterar la integridad y validez de las Muestras tomadas durante el Control Antidopaje. Incluye, pero no se limita a:  
La sustitución y/o adulteración de la orina, p. ej. proteasas.

Las infusiones intravenosas y/o inyecciones de más de un total de 100 mL cada 12 horas excepto aquellas legítimamente recibidas en el curso de tratamientos hospitalarios, procedimientos quirúrgicos o exámenes diagnósticos clínicos.

En el deporte actual existe el caso del boxeador Mike Tyson, quien admite haber entregado la orina de sus hijos en las peleas para evadir las medidas de control antidopaje. (Milenio, 2019)

### **M3. DOPAJE GENÉTICO Y DE CÉLULAS**

Lo siguiente, con el potencial de mejorar el rendimiento deportivo, está prohibido:

1. El uso de polímeros de ácidos nucleicos o análogos de ácidos nucleicos;
2. El uso de agentes de edición genética diseñados para alterar las secuencias genómicas y/o la regulación transcripcional, post-transcripcional o epigenética de la expresión de genes.
3. El uso de células normales o genéticamente modificadas.

En la clasificación Las células madre no están prohibidas para el tratamiento de lesiones, siempre y cuando su uso restaure la función normal de la zona afectada y no aumente la función. El término "post-transcripcional" se agregó a la lista de ejemplos para definir más completamente los procesos que pueden ser modificados por la edición genética (WADA,2019).

Teóricamente el dopaje genético y por células debería mejorar los efectos sobre la marca, y actualmente la tecnología genética está en fase de experimentación, por lo que no se conocen los efectos secundarios deletéreos para la salud de los deportistas, aunque se cree que son muy nocivos si se usa inadecuadamente (Ferradas, s.f.).

### **SUSTANCIAS Y METODOS PROHIBIDOS EN COMPETICIÓN:**

#### **S6. ESTIMULANTES**

Se trata de Estimulantes psicomotores del sistema nervioso central o periférico (Ortiz-Carrillo, 2018c), y en la clasificación incluyen la familia de las aminas simpaticomiméticas estimulantes, como las anfetaminas, las sustancias estimulantes del sistema nervioso central y otras sustancias psicoactivas. ( Ortiz Carrillo 2018c; Malgor & Valsecia, s.f.).

Todos los estimulantes psicomotores, incluidos todos los isómeros ópticos, p. ej. d- y l- cuando corresponda, están prohibidos. (WADA,2019)

Los estimulantes incluyen:

**a : Estimulantes No Específicos:** Adrafinilo; Amifenazol; Anfepramona; Anfetamina; Anfetaminilo; Benfluorex; Benzilpiperazina; Bromantán; Clobenzorex; Cocaína; Cropropamida; Crotetamida; Fencamina; Fendimetrazina; Fenetilina; Fenfluramina; Fenproporex; Fentermina; Fonturacetam [4-fenilpiracetam (carfedón)]; Furfenorex; Lisdexamfetamina; Mefenorex; Mefentermina; Mesocarbo; Metanfetamina (d-); p-metilanfetamina; Modafinilo; Norfenfluramina; Prenilamina; Prolintano.

La WADA dice que un estimulante que no esté explícitamente mencionado en esta sección es considerado una Sustancia Específica, además otros compuestos de la anfetamina fueron modificados a su correspondiente DCI (WADA,2019).

Dentro de los estimulantes específicos, la cocaína es una droga preferida por los deportistas porque brinda la ilusión al consumidor de haber mejorado su performance, porque disminuye la sensación de cansancio físico y produce un aumento de la lucidez y el comienzo de sus efectos es más rápido que el de las anfetaminas. Luego de su utilización el deportista desarrolla una dependencia psicológica, hábito y dependencia física, con necesidad de aumentar la dosis (tolerancia), se disminuye del rendimiento físico y puede presentar reacciones paranoides y compulsivas a seguir utilizando la droga (Vaquer, 2016). La cocaína produce graves problemas cardiovasculares agudos, como el infarto agudo de miocardio y el accidente cerebrovascular o Ictus (Ortiz-Carrillo, 2018c).

Un caso muy polémico actual fue el del jugador de futbol peruano Paolo Guerrero, este delantero dio positivo para benzoilecgonina, un metabolito de la cocaína, debido a esto fue suspendido por parte de la FIFA por un periodo de 30 días (Capital digital, 2018).

**b: Estimulantes Específicos:**

Incluyen, pero no se limitan a: 3-Metilhexan-2-amina (1,2-dimetilpentilamina);

4-Metilhexan-2-amina (metilhexaneamina); 4-Metilpentan-2-amina (1,3-dimetilbutilamina); 5-Metilhexan-2-amina (1,4-dimetilpentilamina); Benzfetamina; Catina\*\*; Catinona y sus análogos, p. ej. mefedrona, metedrona y  $\alpha$ -pirrolidinovalerofenona; Dimetanfetamina (dimetilanfetamina); Efedrina\*\*\*; Epinefrina\*\*\*\* (adrenalina); Estricnina; Etamiván; Etilanfetamina; Etilefrina; Famprofazona; Fenbutrazato; Fencamfamina; Fenetilamina y sus derivados; Fenmetrazina; Fenprometamina; Heptaminol; Hidroxianfetamina (parahidroxianfetamina); Isometepteno; Levmetanfetamina; Meclofenoxato; Metilefedrina\*\*\*; Metilendioximetanfetamina; Metilfenidato; Niquetamida; Norfenefrina; Octopamina; Oxilofrina (metilsinefrina); Pemolina; Pentetrazol; Propilhexedrina; Pseudoefedrina; Selegilina; Sibutramina; Tenanfetamina (metilendioxianfetamina); Tuaminoheptano; y otras sustancias con estructura química o efectos biológicos similares. Dentro de las excepciones en la lista está la Clonidina; los derivados de imidazol de uso tópico/ofthalmico y los estimulantes incluidos en el Programa de Seguimiento 2019\* (WADA,2019).

Observaciones a la lista:

\*Bupropión, cafeína, fenilefrina, fenilpropanolamina, nicotina, pipradrol y sinefrina: Estas sustancias están incluidas en el Programa de Seguimiento 2019 y no se consideran Sustancias Prohibidas.

\*\* Catina: Prohibida cuando su concentración en orina supere los 5 microgramos por mililitro.

\*\*\* Efedrina y metilefedrina: Prohibidas cuando su concentración en orina supere los 10 microgramos por mililitro.

\*\*\*\* Epinefrina (adrenalina): No está prohibida su administración local, p. ej. nasal, oftalmológica, o su co-administración con agentes de anestesia local.

\*\*\*\*\* Pseudoefedrina: Prohibida cuando su concentración en orina supere los 150 microgramos por mililitro.

Debemos tener siempre presente que algunas sustancias son componentes de las presentaciones de venta libre para mejorar los síntomas del catarro o el resfriado común,

como la efedrina, la metilefedrina, la norfenedrina y la pseudoefedrina (Ferradas, s.f.). También algunas sustancias de venta libre se utilizan para quitar el cansancio en el trabajo físico o cansancio mental o como nootrópico (Ortiz-Carrillo, 2018c). Si el deportista toma esta sustancia una hora antes de la competencia podría salir positivo en el control de dopaje o *Resultado Analítico Adverso (RAA)* (Ferradas, s.f.).

## S7. NARCÓTICOS

Los narcóticos, son sustancias analgésicas de la familia de los opiáceos u opioides ( Malgor & Valsecia, s.f.).

Dentro de las sustancias están: Buprenorfina; Dextromoramida; Diamorfina (heroína); Fentanil y sus derivados; Hidromorfona; Metadona; Morfina; Nicomorfina; Oxicodona; Oximorfona; Pentazocina; Petidina ( Meperidina) ( WADA,2019).

Estas sustancias las utilizan los deportistas para aliviar el dolor. Los efectos en la marca aún no se conocen, pero como son sustancias que quitan el dolor por el esfuerzo físico, podría inducir riesgo de más lesiones musculo-esqueléticas, además de efectos secundarios como alteración del equilibrio, disminución en la capacidad de concentración, náuseas, vomito, estreñimiento, cambios hormonales y en dosis mayores producir somnolencia, depresión respiratoria y coma (Ortiz Carrillo, 2018c, Ferradas, s.f.). Además, podría producir adicción psicológica y física, convirtiéndose en una droga de difícil manejo actualmente por la actual epidemia de adicción a los analgésicos (DW, 2019).

## S8. CANABINOIDES

Los cannabinoides siguientes están prohibidos:

Canabinoides naturales, p.ej. cannabis, hachís y marihuana,

Canabinoides sintéticos por ej.  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol (THC) y otros canabimiméticos,

Dentro de los Cannabinoides la excepción es el Canabidiol.

Los cannabinoides presentes en la planta de marihuana, tienen importantes propiedades analgésicas y anti-inflamatorias, mejoran la relajación muscular y reducen también el dolor durante el proceso de recuperación después del esfuerzo. El consumo de marihuana puede

ayudar a deportistas profesionales, permitiéndoles dormir mejor y recuperarse rápidamente entre los esfuerzos derivados de las sesiones de entrenamiento. (Vaquer, 2016).

El efecto analgésico es el predominante del cannabis y de sus derivados. El mecanismo de acción está mediado por receptores cannabinoides CB1 en el SNC y CB1 y CB2 en el sistema nervioso periférico (SNP). En la médula espinal el sistema cannabinoide interactúa con el sistema opioide en la modulación de la percepción del dolor (Institut Català de Farmacologia, 2007; Ortiz Carrillo, 2018c). Con relación a la marca deportiva al parecer no la mejora y produce efectos en la atención y concentración mental, cardiovasculares con aumento de la frecuencia cardíaca y en el uso puede inducir a adicción, dependencia y disminución en la motivación y capacidad para aprender (Ferradas, s.f.).

Un caso de dopaje actual por consumo de marihuana fue el del equitador chileno Mauricio Gonzalez, dando como positivo la presencia de tetra-hidro-cannabinol (THC), metabolito de la marihuana, siendo suspendido sin poder jugar en los juegos panamericanos de Lima del 2019 (EFE, 2019). También, otro caso actual, es el de Mike Tyson que en la entrevista de la cadena de televisión ESPN aceptó usar marihuana antes de los combates de boxeo (Milenio, 2019)

## **S9 GLUCOCORTICOIDES**

Están prohibidos todos los glucocorticoides que se administren por vía oral, intravenosa, intramuscular o rectal. Incluyendo pero no limitándose a: Betametasona; Budesonida; Cortisona; Deflazacort; Dexametasona; Fluticasona; Hidrocortisona; Metilprednisolona; Prednisolona; Prednisona; Triamcinolona. (WADA, 2019)

No están prohibidos los glucocorticoides que se administren de tipo tópico o dermatológico, ni los administrados de tipo inhalatorio (Ferradas, s.f.).

El glucocorticoide endógeno se denomina cortisol o cortisona, que fisiológicamente sirve para disminuir la respuesta al estrés y al cansancio, produce cambios en el metabolismo de carbohidratos, proteico y graso, contribuyendo además a la equilibrio cardiovascular, inmunológico, hidroelectrolítico y en otros tejidos (Ortiz Carrillo, 2018). Algunos estudios

confieren al glucocorticoide una mejoría en la resistencia aeróbica, pero aún es controvertido porque las dosis que se utilizan de tipo inhalado en el asma no mejora la marca deportiva (Ferradas, s.f.). El problema del uso del glucocorticoide es cuando se utiliza a largo plazo produciendo efectos en el sistema inmune ( infecciones micóticas, virales o tuberculosas), problemas endocrinos por la supresión natural del cortisol, inducción de diabetes mellitus, osteoporosis, cataratas, trastornos cardiovasculares, gástricos ( úlceras), psicosis en pacientes susceptibles, problemas dermatológicos como estrías, lipoatrofia, entre otros (Ortiz Carrillo, 2018) y fragilidad de músculos y tendones (Ferradas, s.f.).

## **SUSTANCIAS PROHIBIDAS EN CIERTOS DEPORTES**

### **P1. BETABLOQUEANTES**

Los Beta bloqueadores o betabloqueantes, son fármacos que bloquean o antagonizan los receptores Beta adrenérgicos en los tejidos. Se utilizan para la hipertensión, arritmias cardiacas o cuadros de angina de pecho y otras enfermedades cardiovasculares (Ortiz Carrillo, 2018d). El sufijo de las sustancias es “lol” (Ortiz Carrillo, 2017).

Los betabloqueantes sólo están prohibidos en Competición en los siguientes deportes, y también prohibidos Fuera de Competición donde este indicado: Automovilismo (FIA) Billar (todas las disciplinas) (WCBS), Dardos (WDF), Deportes submarinos (CMAS) en apnea de peso constante con o sin aletas, apnea de peso variable, apnea dinámica con o sin aletas, apnea estática, apnea Jump Blue, apnea de libre inmersión, pesca submarina y tiro al blanco, Esquí / Snowboard (FIS) en saltos, acrobacias y halfpipe estilo libre de esquí, y halfpipe y Big Air de snowboard, Golf (IGF), Tiro (ISSF, CPI)\* y Tiro con arco (WA)\*  
Observaciones a la lista:

(\*) Los Prohibidos también Fuera de Competición incluyen pero no se limitan a:  
Acetutolol; Alprenolol; Atenolol ; Betaxolol ;Bisoprolol ;Bunolol. Carteolol; Carvedilol, Celiprolol; Esmolol; Metipranolol; Nadolol; Oxprenolol; Pindolol; Propranolol ( propanolol); Sotalol; Timolol.

Todas estas sustancias por ejemplo están prohibidas para deportes de precisión y actividades subacuáticas, por ejemplo, el tiro con arco, porque podría reducir el temblor muscular, y por lo tanto, podría beneficiar o ayudar al tirador (Vaquer, 2016).

Como excepción a la fecha actual está un derivado del bunolol, el levobunolol, porque el bunolol es una mezcla racémica de levobunolol y bunolol, y por lo tanto el levobunolol fue eliminado como un ejemplo en P1. (WADA, 2019).

Finalmente, se ha expuesto una mejor definición de dopaje en el deporte, la lista de sustancias de la WADA actual y la lista de métodos prohibidos actual, que ha cambiado y aumentado en la última década, para propender a un mayor control en el dopaje dentro y fuera de las competencias. Los métodos de control del dopaje actuales son susceptibles de detectarse por métodos de laboratorio o analíticos, pruebas no analíticas y el Pasaporte Biológico del Deportista; sin embargo, otros como los métodos de Dopaje genético y métodos físicos y químicos, son aún difíciles de detectar con la tecnología actual.

Como cierre deseamos mencionar las palabras finales de la entrega anterior: “El llamado es a reconocer que el dopaje quita la gloria, el placer de la victoria y lo cambia por el sabor amargo del engaño y la dependencia. Aceptar que la manipulación inadecuada de la fisiología humana conlleva un precio muy alto, en algunos casos la vida, entender que el mismo triunfo que se consigue bajo el efecto del doping [ dopaje] se puede conseguir sin el uso de este y con la ventaja de que no quedaran deudas físicas ni morales” (Molano & Ortiz Carrillo, 2009).

#### AGRADECIMIENTOS:

Al estudiante del programa de Medicina de la Universidad del Tolima Juan Pablo Uribe Barrios y al profesor emérito Dr. Alberto Moreno González.

## REFERENCIAS

- Alfaya Pereira, E. (2018). Sustancias dopantes y técnicas antidopaje. Una visión histórica. Recuperado el 30 de agosto de 2019, de Dialnet:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6554097>
- Arévalo H. A., & Mejías Peña Y. N. (2017). Dopaje en el ciclismo: métodos, sustancias y controles, una mirada actual. Revista digital: Actividad Física y Deporte. Recuperado de: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/373>
- Capital digital. (2018). Paolo Guerrero da positivo en cocaína. digital estadio. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <https://www.estadiodeportes.mx/futbol/paolo-guerrero-da-positivo-en-cocaína-Perú-selección-doping/>
- Coldeportes, (2015), Decreto 1085 del 26 de mayo del 2015. Recuperado de: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019879>
- DW. (28 de agosto del 2019). Adictos a los analgésicos, la crisis de los opioides en los Estados Unidos. Obtenidos de: <https://www.dw.com/es/adictos-a-los-analg%C3%A9sicos-lacrisis-de-los-opioides-en-estados-unidos/av-50201227>
- EFE. (26 de Julio de 2019). El mostrador. Obtenido de <https://www.elmostrador.cl/noticias/deportes/2019/07/26/equitador-chileno-es-marginado-tras-dopaje-positivo-por-marihuana/>
- El espectador, (27 de mayo de 2019). Colombia el segundo país con más casos actuales de dopaje en el ciclismo del mundo. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <https://www.elespectador.com/deportes/ciclismo/colombia-el-segundo-país-con-mas-casos-actuales-de-dopaje-en-ciclismo-del-mundo-articulo-851184>
- Ferradas J.C. (s.f.) Dopning y Hormonas. Recuperado de: <https://caumas.org/wp-content/uploads/2015/03/DOPING-Y-HORMONAS.pdf>
- Garro L.D. (2013). Sustancias de dopaje, una revisión y la implicación del profesional farmacéutico. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pharmaceutical/article/view/16977>
- Garzón-Sánchez E, Hernández-Lira S., Reyes-Hernández U., Hernández-Lira I., Reyes-Hernández D., Reyes-Hernández K.L. Baylon-Hernández A. (2016). Clenbuterol y sus Riesgos en el Deporte. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/bolclinhosinfson/bis-2016/bis161i.pdf>
- Gómez A.J, Osorio R.G. (2007). Dopning. En D. Cordoba, Toxicología. 5 ed. Méjico: El Manual Moderno. págs. 843-853.
- Graf-Baumann T. (2006). Medicolegal aspects of doping in football. Br J Sports Med 2006; 40 (suppl I), p.i55-i57. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/6985654\\_Medicolegal\\_aspects\\_of\\_doping\\_in\\_footb\\_all](https://www.researchgate.net/publication/6985654_Medicolegal_aspects_of_doping_in_footb_all) [all](https://www.researchgate.net/publication/6985654_Medicolegal_aspects_of_doping_in_footb_all) [istitut catalá de farmacología. \(13 de enero de 2007\). fundació institut catalá de farmacología. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de](https://www.researchgate.net/publication/6985654_Medicolegal_aspects_of_doping_in_footb_all)

<http://w3.icf.uab.es/ficf/es/bin/view/Cannabis/FarmacologiaBasica?skin=print.cannabis>

Latín American Post. (2019). dos boxeadores rusos compitieron después de haber suspendidos por dopaje. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <https://latinamericanpost.com/es/29102-dos-boxeadores-rusos-compitieron-despues-de> haber sido suspendidos por dopaje

Laudo C., V. Puigdevall V., del Río M. J., Velasco A. (2006). Hormonas utilizadas como agentes ergogénicos: situación actual del problema. An. Sist. Sanit. Navar ; 29 (2), p. 207-218.

Malgor M. & Valsecia L. (s.f.). Farmacología del deporte. Recuperado de: [https://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/14\\_doping.pdf](https://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/14_doping.pdf)

Maroto, J. (1 de agosto de 2018). Suiza confirma la sanción a Paolo Guerrero por cocaína. AS. Obtenido de [https://as.com/futbol/2018/10/01/internacional/1538415833\\_652407.html](https://as.com/futbol/2018/10/01/internacional/1538415833_652407.html)

Martínez, H. G. (2013). uso de esteroides anabolicos en jovenes de asunción. scielo, 1. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v15n1/1812-9528-iics-15-01-00057.pdf>

Molano G.M., Ortiz Carrillo J.C. (2009). Doping en el Deporte y en la vida cotidiana.parte 1. Recuperado de <http://www.edufisica.com>

Mottram D.R. (1988). An introduction to drugs and their uses in sport. En Mottram D.R., Drugs in sports.3rd edition. New York: Routledge.

Milenio. (9 de agosto del 2019). Mike Tyson admite haber entregado orina de sus hijos para evadir antidoping. Obtenido el 2 de septiembre del 2019 de: <https://www.milenio.com/deportes/boxeo/mike-tyson-admite-entregado-orina-hijos-evadir-antidoping>

Mitchell R., (2015). Trastornos hemodinámicos, Enfermedad tromboembólica y Choque. En: Robbins y Cotran- Patología estructural y funcional. Kumar V, Abbas AK,Fausto N, Aster JC. (editores). 9ª edición. Barcelona: Saunders Elsevier.

OMS. (2017) la importancia del nombre. Recuperado el 5 de mayo del 2017, de <http://www.who.int/features/2013/international-nonproprietary-name/es/>

Ortiz-Carrillo J.C., Acosta A.M., Rojas J.F. (2012) Farmacología básica de los diureticos, mecanismos de acción, clasificación y usos. Revista Desafíos. (6), p. 47-72.

Ortiz Carrillo, J.C (2017). Definiciones e historia de Farmacología. Asignatur Farmacología General. [Power Point]. Ibagué: Universidad del Tolima. Programa de Medicina.

Ortiz-Carrillo, J.C (2017b). Terapéutica del órgano sexual masculino. Asignatura Terapéutica. [Power Point]: Ibagué. Universidad del Tolima. Programa de Medicina.

Ortiz-Carrillo, J.C (2017c). Terapéutica para el sistema inmune. Asignatura

- Terapéutica. [Power Point]: Ibagué. Universidad del Tolima. Programa de Medicina.
- Ortiz-Carrillo, J.C. (2018). Farmacología hormonal. Asignatura Farmacología General. [Power Point]. Ibagué: Universidad del Tolima. Programa de Medicina.
- Ortiz-Carrillo, J.C. (2018b). Farmacología respiratoria. Asignatura Farmacología General. [Power point]. Ibagué: Universidad del Tolima. Programa de Medicina.
- Ortiz-Carrillo, J.C. (2018c). Farmacología del Sistema Nervioso Central. Asignatura Farmacología General. [Power point]. Ibagué: Universidad del Tolima. Programa de Medicina.
- Ospina Uribe C.F. (2013).  $\beta 2$  agonistas en deportistas. ¿Una ayuda ergogénica? Iatreia. 26 (1), p. 44-53.
- Portales Medicos (4 de mayo de 2015). caso contador, estudio de las posibles causas de clenbuterol en el organismo. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/caso-contador-clembuterol/>
- Rang H.P., Dale J.M., Flower R.J., Henderson G. (2016) ¿que es Farmacologia? En: Rang H.P, Dale Ritter J.M., Flower R.J., Henderson G.-Farmacologia Rang y Dale. 8ª edición. Madrid: Elsevier.
- Reyes-Gómez U. C., González-Ramos Chr., Reyes-Hernández U., Reyes-Hernández D.P., Katy Reyes-Hernández K. Garzón-Sánchez E. (2011). Eritropoyetina recombinante humana y dopaje, riesgo en adolescentes deportistas. revista mexicana de pediatría. 78 (6), p 242-246. Recuperado el 31 de agosto de 2019, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2011/sp116e.pdf>
- Schneider A.J. & Friedmann Th. (2006). Gene Doping in Sports: The Science and Ethics of Genetically Modified Athletes. San Francisco: Elsevier.
- Sierra, L. (2015). Dopaje y deporte: posibles efectos dopantes del sildenafil. (trabajo de fin de grado), Facultad de Farmacia: Universidad Complutense. Recuperado de: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LORENA DE AGUSTIN SIERRA.pdf>
- Thieme D., & Hemmersbach P. (2010). Doping in sport text book. Berlin: Springer-Verlag.
- Vaquer, D.C. (2016). Uso de fármacos en los deportistas y riesgos de dopaje. (trabajo de fin de grado), Fisiología Humana: Universidad de la Laguna.
- Vázquez-Mourelle R., Carracedo-Martínez E., Ces Gens E., Cadórniga Valino L., Álvaro Esteban P., Pose Reino J.M. (2015). Control de la dispensación de medicamentos. esteroides anabolizantes androgén. Recuperado de: [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/gv29n4/nota\\_campo.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/gv29n4/nota_campo.pdf)
- WADA. (2009). Lista de Sustancias y Métodos prohibidos, Recuperado de <https://www.wada-ama.org/es/content/lo-que-esta-prohibido>.

WADA. (2013). prohibited list. is dialysis a prohibit method? Obtenido de <https://www.wada-ama.org/en/questions-answers/2013-prohibiited-list>

WADA. (2015). Guía de referencia para el deportista sobre el código mundial antidopaje. Recuperado de: <https://www.wada-ama.org/en/resources/education-and-prevention/athlete-reference-guide-to-2015-code-online-version>

WADA. (2019) Lista de Sustancias y Métodos prohibidos. Recuperado de <https://www.wada-ama.org/en/resources/science-medicine/Prohibited-list-documents>.

: