



REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 11, NÚMERO 2, La Habana, mayo-agosto, 2016

TEMA DE ACTUALIZACION

Título: Actualidad, perspectivas e incertidumbre en la lucha contra el dopaje

Title: Current, Prospects and Uncertainty in the Fight against Doping

Víctor Manuel Cabrera Oliva*, Jorge Pavel Pino Rivero**, Yamil Gutiérrez Jorge***, Pablo Castillo Díaz****.

*DrC. Biológicas, Investigador Titular, Profesor Titular, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba

**Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva

***Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva, MSc. Control Biomédico del Entrenamiento Deportiva, Aspirante a Investigador

****Especialista de Primer Grado en Medicina deportiva, MSc. Control Biomédico del Entrenamiento Deportiva, Investigador Agregado.

Correo: vcabrera@infomed.sld.cu

Recibido: 15 de Agosto de 2016

Aprobado: 17 de Agosto de 2016

Resumen

En el presente trabajo de actualización se aclaran los conceptos que permiten demostrar que el problema del dopaje conjuntamente con la corrupción representan la principal amenaza que se cierne sobre el deporte, en un fenómeno que tuvo sus orígenes en los Juegos Olímpicos de la antigüedad y mantiene su presencia en la actualidad. Al mismo tiempo se presentan datos que permiten arribar a la conclusión de que en todas las épocas el problema del dopaje siempre ha sido penado, sancionado y considerado como un agravio al deporte. Se describen las principales sustancias que utilizan en la actualidad los violadores de las normas y el Código Mundial Antidopaje, y la posibilidad de que se puedan sintetizar nuevas sustancias, las cuales serían más efectivas e imposibles de detectar, pero con un mayor potencial de provocar daños a la salud de aquellos que la utilizan. Se plantea la posibilidad de utilizar nuevas técnicas en la detección del uso de sustancias prohibidas producidas mediante tecnologías avanzadas y los esfuerzos que deberán realizar los laboratorios acreditados por la Agencia Mundial Antidopaje para sobrepasar las barreras económicas, tecnológicas y financieras a las cuales se enfrentan. Se discuten los nuevos procedimientos y estrategias para luchar contra el dopaje, como son el pasaporte biológico, la localización obligatoria de los deportistas y los programas de educación antidopaje.

Palabras claves: Dopaje genético, IRMS, dopaje tecnológico, pasaporte biológico.

Summary

In this paper we update and clarified the concepts to establish that the problem of doping in conjunction with corruption are the main threat hanging over the sport, a phenomenon that had its origins in the Ancient Olympic Games and maintains its presence nowadays. At the same time enabling data to arrive at the conclusion that at all times the doping problem has always been punished and considered as an insult to the sport. The main substances currently used by violators of the rules and the World Anti-Doping Code are described, and the possibility that they can synthesize new substances, which would be more effective and impossible to detect, but with greater potential for damage to the health of those who use it. The possibility of using new techniques in detecting the use of banned substances produced through advanced technologies and efforts to be made by accredited to World Anti-Doping Agency laboratories to overcome the economic, technological and financial barriers they face is presented. The new procedures and strategies to combat doping, such as the biological passport, compulsory location of athletes and anti-doping education programs are discussed.

Keywords: Gene doping, IRMS, technological doping, biological passport.

I. El panorama actual del dopaje

El deporte actual y desde el inicio de su práctica como actividad digna y plena del hombre, ha estado bajo el asedio constante del peligro del dopaje como la espada de Damocles pendiente sobre su existencia. Como se reconoce de manera general, el dopaje es casi tan antiguo como el propio deporte y ya durante las primeras versiones de los juegos olímpicos de la antigüedad se practicaba de manera ingenua, consistente en la ingestión de bebidas e infusiones de hojas, semillas, flores, raíces y frutos de determinados árboles o con la ingestión de carnes de animales que consideraban relacionados con determinadas actividades deportivas (toros, venados, etc)^{1,2}. Hoy conocemos que muchas de aquellas plantas utilizadas y que aun en la actualidad se encuentran en diferentes regiones del mundo, contienen principios farmacológicos y drogas cuyos efectos ya fueron observados por los deportistas de la antigüedad, y que fueron y son utilizadas en la actualidad por civilizaciones para compensar el hambre y la fatiga asociadas a determinadas actividades, para evitar el sueño cuando ello se requiera, para pilotos durante vuelos nocturnos, etc. Hasta nuestros días han llegado las plantaciones de cannabis, coca, amapola y efedra que son fuentes reconocidas de drogas, estimulantes y narcóticos^{3,4}.

Durante los años el arsenal de sustancias naturales utilizadas en la práctica del dopaje ha crecido enormemente, lo cual ha estado aparejado con el desarrollo de la industria farmacéutica, la síntesis de drogas de nuevo tipo y el diseño de modelos de bacterias, hongos y otros microorganismos modificados genéticamente para producir cantidades sustanciales de drogas que sobrepasan por mucho las producciones obtenidas mediante fuentes naturales, lo cual posibilita lograr incrementos altamente significativos de actividad biológica con lo cual se obtienen potentes efectos utilizando concentraciones en el orden de las moléculas.

Muchos eventos también han resultado la base para el descubrimiento y aplicación de sustancias utilizadas en la práctica del dopaje, como han sido las guerras para la producción y ensayos masivos de anfetaminas, esteroides anabólicos y otros^{5,6}.

La producción de drogas sintéticas ha complicado además el fenómeno mundial de la drogadicción, que es causa de muertes y conflictos sociales. Actualmente se producen cannabinoides y anfetaminas que junto al consumo de otras drogas populares como el alcohol, y la nicotina destruyen a muchas personas principalmente a la juventud que se inicia en el consumo de drogas como una vía de solución artificial y ficticia a problemas a los cuales se enfrentan. La adición a las drogas y el dopaje en el deporte representan una arista común para un mismo problema social que necesita solución para

preservar la salud no solo del deporte, sino de muchas personas que encuentran en las drogas el deterioro de la calidad de vida. El uso de las drogas se encuentra asociado a conflictos sociales como son el crimen y una cadena de delitos que representan una verdadera calamidad para la humanidad.

La producción de drogas y otras moléculas mediante las técnicas de ingeniería genética, han posibilitado no solo la expansión de la producción de sustancias de diferentes naturaleza, como son el caso de las hormonas (hormonas de crecimiento y eritropoyetina entre otras), sino que además debido a la producción masiva de estas moléculas, han logrado reducir sus costos en el mercado ilegal y se han puesto al alcance de las posibilidades de los atletas y otras personas deshonestas relacionadas con la práctica del deporte y la actividad física a todos los niveles^{7,8}.

La experimentación clínica y animal han introducido muchas drogas y moléculas que han sido importadas al deporte mediante su aplicación como dopantes como ha sido el caso de los moduladores hormonales y metabólicos. Algunas de estas sustancias no han podido pasar las pruebas de los ensayos clínicos y en algunos casos han demostrado ser fuertes cancerígenos o producir otros efectos secundarios nocivos a la salud de los deportistas y los seres humanos.

La literatura especializada, sin embargo, ha registrado casos de deportistas que han utilizado y utilizan drogas y sustancias con fines de dopaje conociendo que las mismas pudieran ocasionarles hasta la misma muerte, en casos extremos algunos han llegado a solicitar a los investigadores que se les apliquen métodos para incrementar la masa muscular u otras capacidades físicas basado en experimentos obtenidos en animales de experimentación, solo por la posibilidad de obtener triunfos en las competencias y ventajas financieras, en la expresión más deshumanizada de la presencia del dopaje en el deporte.

II. Factores que actúan, median y condicionan el fenómeno del dopaje en el deporte

Existe un grupo de factores de diversa índoles que pueden influir de manera definitiva sobre el deporte para y algunos de ellos conducen de manera definitivas a la aparición del fenómeno del dopaje.

Dentro de estos factores los más significativos son los siguientes:

I-Desarrollo de nuevas drogas con propiedades pleitrópicos

II-Avances tecnológicos y nanotecnológicos los cuales no están prohibidos pero que pueden ocasionar marcadas diferencias en las posibilidades competitivas de los atletas.

III-Producción incontrolada de ayudas ergogénicas a las cuales se le podría añadir sustancias dopantes de nuevo diseño que no aparecen en las listas de sustancias prohibidas (BALCO, THG).

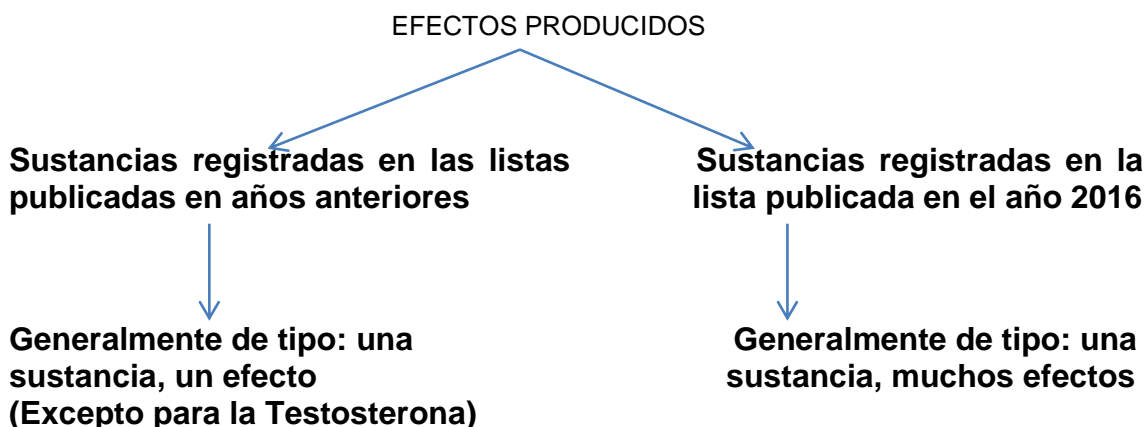
I-Desarrollo de nuevas drogas con propiedades pleitrópicas

Las sustancias utilizadas hace algunos años en calidad de dopantes, tenían como característica principal, que eran capaces de inducir o producir solo un efecto, el cual se relacionaba directamente con una característica anatómica (músculos, tendones, ligamentos) o con una capacidad física (fuerza, resistencia, capacidad aeróbica, etc.), o con una vía metabólica determinada (carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.), pero no eran capaces de modificar múltiples funciones, salvo la testosterona, que es un esteroide androgénico endógeno capaz de expresar una alta capacidad anabolizante y actuar a diferentes niveles del organismo y metabolismo humano^{9,10}.

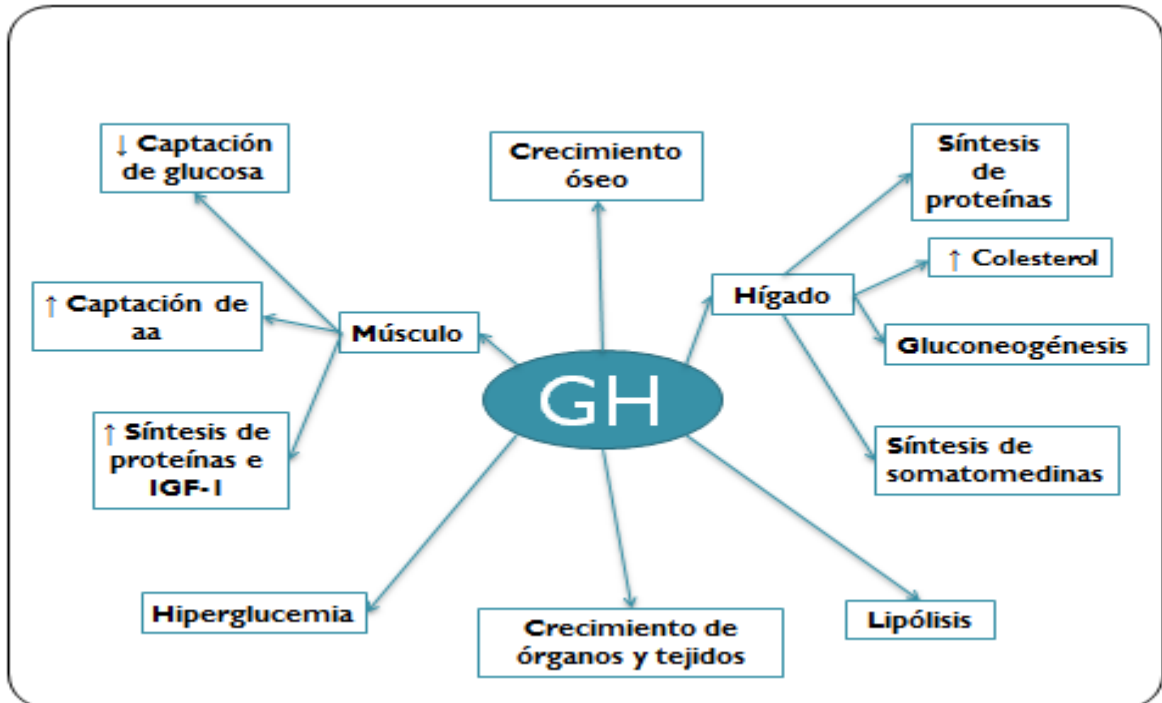
La acción de una sustancia para modificar o regular diferentes tipos de mecanismos, se conoce como efecto pleitrópico, y en forma esquemática se puede representar de la siguiente manera:

Mecanismos pleitrópicos de las nuevas sustancias registradas en las listas de prohibiciones.

En el presente esquema se establece una comparación gráfica entre las listas de sustancias prohibidas publicadas en años anteriores al 2016 y las de este propio año¹¹.



Un ejemplo típico de sustancias con propiedades pleiotrópicas es la hormona de crecimiento humana (hGH), y algunos de sus reconocidos mecanismos de acción, son los siguientes que se muestran en el siguiente esquema¹²:



Existen muchas sustancias que se utilizan actualmente en la práctica del dopaje que tienen la propiedad de modular diferentes acciones y algunos ejemplos de las mismas son los siguientes¹³:

1-Factor Inductor de Hipoxia (FIH)

2-ACTN2 Y ACTN3 (relacionados con el tipo de fibra muscular)

3-VEGF-A Y VEGF-B (Factores Angiogénicos de Crecimiento)

4-TGF-B (Factor Transformador de Crecimiento).

5-PDGF-BB (Factor de Crecimiento Plaquetario)

6-Interleucina-15 (IL-U): factor de crecimiento que se expresa ampliamente en el músculo esquelético, incrementando la masa muscular.

7-AICAR

8-GW1516

9-TB-500

10-Clembuterol

11-Meldonium

Características de algunas de las drogas más recientes utilizadas en el deporte

El AICAR (5amino-1-beta-d-ribifuranosil-imidazol-4-carboxamida)

- Es un aminoácido endógeno
- Es un análogo de AMP
- Uso clínico para tratar y proteger contra las lesiones isquémicas cardiacas.
- Se utiliza para favorecer el flujo sanguíneo del corazón durante la cirugía.
- Como tratamiento potencial para la diabetes.
- Mejora la utilización de las grasas como fuente de energía.
- Mejora la cantidad y funciones de las mitocondrias.
- Favorece la expresión de las proteínas regeneradoras del tejido muscular.
- Favorece la captación de glucosa postprandial y durante el ejercicio.
- Disminuye la fabricación de tejido adiposo
- Mejora la vascularización del tejido muscular
- Se mencionó por vez primera en el tour de Francia en 2009.

Se le denomina como la Píldora del ejercicio debido a las siguientes propiedades:

- Promueve las adaptaciones musculares que solo el ejercicio puede proporcionar.
- Da la sensación de un entrenamiento completo (hace que el atleta se sienta «en forma»).
- Se produce normalmente en el organismo (2 gr) y se detecta con relativa facilidad.

El GW1516 (GW-501,516, GSK-516, CARDARINA, ENDUROBOL)

Se investigó como tratamiento potencial para la diabetes, obesidad, dislipidemia y prevención de enfermedades cardiovasculares.

Combinado con AICAR incrementa de manera significativa la resistencia en animales debido a sus efectos sobre el metabolismo muscular y el tejido graso.

Es un producto altamente cancerígeno pero desde 2011 se utiliza en deporte (ciclismo) y en 2013 apareció una explosión en su uso¹⁴.

Clembuterol

Este medicamento se clasifica dentro de los simpaticomiméticos que afectan el sistema nervioso.

Efectos:

- Excitación en ciertos tipos de músculos lisos, como los de los vasos sanguíneos que irrigan la piel, y en las células de la glándula, como los de las glándulas salivares y sudoríparas.
- Acción periférica inhibitoria sobre otros tipos de músculo liso, como las de la pared del intestino, en el árbol bronquial, y en vasos sanguíneos que irrigan el músculo esquelético.
- Acción excitatoria cardíaca, responsable en el aumento de la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción.
- Acciones metabólicas y endocrinas, como aumento en la tasa de glucogenólisis en el hígado o la modulación de la secreción de insulina.
- Acciones del SNC, tales como la estimulación respiratoria.
- Acciones presinápticas que dan lugar a inhibición o facilitación de la liberación de los neurotransmisores como la norepinefrina y acetilcolina

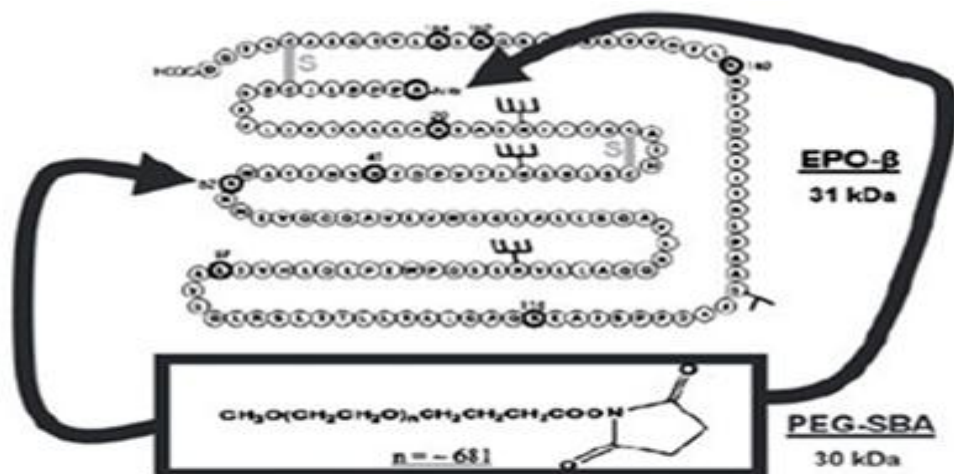
Otras sustancias de reciente inclusión en las listas de prohibiciones son las siguientes:

- 1-Agents estimuladores de la eritropoyesis
 - EPO-Fc
- 2-Péptidos miméticos de la EPO
 - CNTO-530
 - Peginesatida (Prohibido su uso en la práctica médica)
- 3-Agonistas no-eritropoyéticos del receptor de la EPO
 - ARA-290
 - Asialo-EPO –EPO carbamilada
- 4-Estabilizadores del Factor Inducible de Hipoxia (HIF)
 - Cobalto
 - FG-4592
 - Argón
 - Xenón

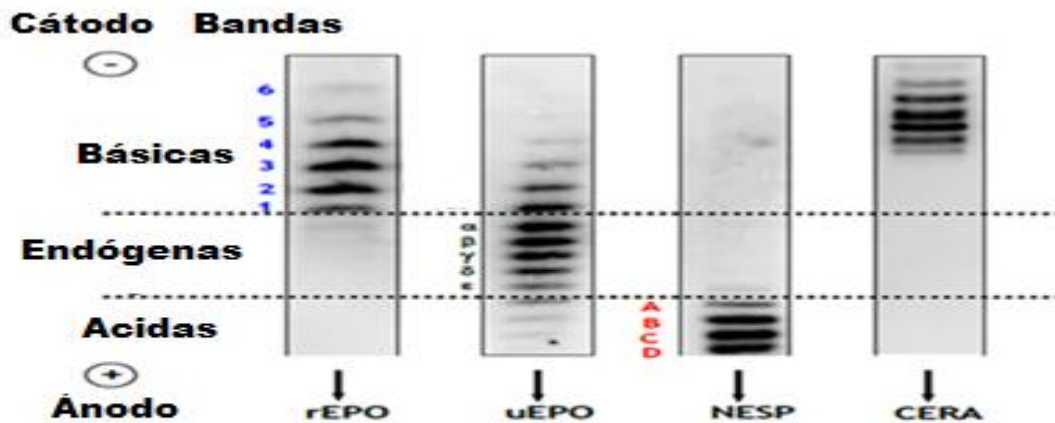
Los análogos de los factores de liberación son sustancias prohibidas que están relacionadas con la liberación de la hormona de crecimiento, y dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- CJC-1295
- Sermorrelin
- Grelina
- Alexamorrelina
- GHRP-6
- Hexarrelina
- Pramorrelin

Algunas sustancias utilizadas con fines de dopaje, como es el caso de aquellas de origen proteico,(Eritropoyetina, EPO), pueden alcanzar niveles variables de actividad biológica e inmunológica mediante la introducción o modificación de las cadenas de carbohidratos introducidas en su estructura. Estos cambios además de modificar la efectividad de este tipo de moléculas, dificultan su detección durante las pruebas de control antidoping, debido a que su cuantificación se base en el reconocimiento de las mismas por un anticuerpo específico, que generalmente no puede reconocer diferentes estructuras moleculares. Por esta razón han aparecido diferentes variantes moleculares de la EPO, tal como se muestra en el siguiente esquema:



Estructura molecular de la Eritropoyetina CERA



Imágenes de la identificación de diferentes variantes moleculares de la eritropoyetina

I.1 Posibilidad de nuevas drogas desarrolladas con fines de dopaje o importadas de otras ramas o aplicaciones.

La industria farmacéutica progresa de manera continua en busca de nuevas drogas para el tratamiento efectivo de infinidad de enfermedades. Algunas de las nuevas drogas desarrolladas pudieran tener aplicaciones relacionadas directamente con la práctica del dopaje. Las investigaciones relacionadas con los factores de crecimiento, hormonas y reguladores metabólicos se vislumbran como los de mayores posibilidades para estos fines¹⁵.

Dentro de las sustancias de más reciente desarrollo, se encuentran el AICAR, GW1516, TB-500 y Meldonium entre otras. Estas sustancias inicialmente fueron sintetizadas para el tratamiento de algunas enfermedades como la diabetes, así como para otros trastornos metabólicos, para el uso en cirugía cardiovascular y para afecciones cardíacas, trastornos musculares, para uso veterinario, etc., sin embargo, algunas se utilizan en la práctica del dopaje debido a sus propiedades de incrementar el rendimiento deportivo asociado al incremento o mejoría experimentadas en la capacidad aeróbica, síntesis de ATP debido a una mejor utilización de algunos sustratos como son los carbohidratos, las grasas y las proteínas, e incluso la posibilidad del organismo de utilizar varios sustratos de manera simultánea¹⁶.

Es conocido que en más de una ocasión el descubrimiento de una droga con fines de dopaje ha ocurrido varios años posteriores a su utilización por los deportistas, y es posible que muchas drogas se hayan utilizadas y nunca descubiertas y registradas en las listas de sustancias prohibidas. Un ejemplo típico fue el estimulante caferdón, una droga ampliamente utilizada durante los Juegos Olímpicos de Atlanta en 1996, fecha en la cual la misma no estaba registrada en las listas de sustancias prohibidas, pero si se conocía que era utilizada por una gran cantidad de deportistas.

En la historia del dopaje han ocurrido "modas" de utilizar una sustancia determinada, amparado en la falta de un método de detección específico o por la no inclusión a su debido tiempo de estas sustancias en las listas de sustancias prohibidas. Actualmente podemos hablar de "la moda del Meldonium". Esta sustancia entró en las listas de prohibiciones a partir del año 2015, y su primera explosión ocurrió por la declaración de un positivo a la

tenista rusa Maria Sharapova, la cual declaró que utilizaba esta sustancia desde el año 2006, para el tratamiento de los síntomas de la diabetes. A partir del hallazgo, otros atletas de diferentes deportes han sido investigados, y se han encontrado los siguientes resultados:

Tenis: Maria Sharapova,

Lucha: La Agencia Antidopaje de Alemania abrió en Febrero una investigación a varios atletas y al equipo campeón alemán de lucha.

Patinaje artístico: La rusa Ekaterina Bobrova, antigua campeona de Europa de patinaje artístico sobre hielo, anuncia que dio positivo por Meldonium. Junto a su compañero Dmitri Soloviev, habían ganado en Enero el bronce en el campeonato Europeo.

Biatlón: La biatleta ucraniana de origen ruso Olga Abramova también dio positivo por Meldonium el 9 de Febrero y el ucraniano Artem Tyshchenko, que no quiso solicitar una segunda prueba.

Patinaje sobre hielo: Pavel Kulishnikov, cinco veces campeón mundial de sprint, y Semyon Yelistratov, oro olímpico en shorttrack. Ambos deportistas fueron al parecer suspendidos provisionalmente.

La utilización del Meldonium, que es una sustancia que aparece en el grupo S-4 de la lista de sustancias prohibidas dentro de las hormonas y reguladores metabólicas, se ha utilizado por atletas de la región europea, pero este fármaco se produce en diversos laboratorios del mundo situados en todos los continentes, por lo cual es muy probable que atletas de todo el mundo lo hayan utilizado con fines de dopaje.

La "moda del dopaje" con una sustancia o método determinado al parecer tiene un carácter cíclico, o al menos se producen escándalos relacionado con el dopaje de una forma cada vez más frecuente. El temor a que ocurran nuevos escándalos de dopaje se basa en los ya ocurridos en los siguientes casos:

1-Festina, 1999 (lo cual dio origen a la creación de la Agencia Mundial antidopaje, AMA-WADA).

2-Balco (Empresa de California, Estados Unidos, la cual suministraba a los atletas un producto nutricional contaminado con Tetrahidrogestrinona, THG)

3-Operación Puerto (Descubrimiento de productos dopantes incluidas bolsas de sangre en un negocio manejado por un médico)

4-Clínicas anti-envejecimiento (Se trataba de suministro de productos dopantes a los atletas, principalmente de beisbol, pero enmascarando esta realidad)

5-Operación Galgo (tráfico de sustancias dopantes).

Recientemente en una operación antidopaje denominada "operación pértiga"

(España año 2016), se investigó a 300 deportistas (boxeo, velocistas, medio, fondistas, piraguistas, fisiculturistas) por la tenencia, tráfico y utilización de Estanozolol, Pregnyl y Nandrolona. En esta operación fueron detenidas 15 personas en el mes de Febrero.

II-Avances tecnológicos y nanotecnológicos los cuales no están prohibidos pero que pueden ocasionar marcadas diferencias en las posibilidades competitivas de los atletas

El desarrollo tecnológico marca el progreso de la humanidad, y es el objetivo de la misma alcanzar el máximo desarrollo en el menor tiempo posible. El desarrollo ha llegado a todas las esferas de la vida del hombre en sus aspectos teóricos y prácticos, no existe ninguna actividad humana ajena al desarrollo. El deporte no es una excepción, y constantemente se mejoran los medios de competencia como son las bicicletas, zapatillas, pistas, pértigas, implementos deportivos en general, e incluso los métodos de entrenamiento. El dopaje también perfecciona sus métodos, las sustancias y drogas son más efectivas y difíciles de detectar y por supuesto, también son más nocivas para la salud de los deportistas¹⁷⁻²¹.

Resultaría imposible detener el desarrollo tecnológico tomando como excusa los beneficios que pudiera sacar de ello el prodopaje, sin embargo, sería necesario establecer normativas dirigidas a garantizar que al menos los atletas compitieran en igualdad tecnológica. Uno de los primeros conflictos relacionados con el desarrollo tecnológico en el deporte apareció durante los Juegos Olímpicos de Beijing en el año 2008, cuando en las competencias de natación apareció el traje de baño LRZ Racer, fabricado por Speedo utilizando modelos de diseño aerodinámico nanotecnológico de los ingenieros de la NASA.

Las características que hicieron de este traje un modelo especial, son las siguientes:

Está formado por paneles LZR que son membranas ultrafinas de poliuretano cortadas con láser en puntos estratégicos para la «hidro form comprensión». Las costuras están unidas con ultrasonido que hace posible que el traje se ajuste al cuerpo como si fuera la piel lo cual reduce la fricción de arrastre en 10 % y posee un núcleo estabilizador interno que sostiene al nadador para que su cuerpo pueda mantener una posición correcta en el agua.

El 98 % de las medallas de Beijing fueron obtenidas por nadadores que utilizaron el traje y durante estos juegos se establecieron 62 records mundiales. Durante el propio año se establecieron 168 records mundiales.

El traje LZR Racer se consideró doping y fue prohibido su uso para los juegos de Vancouver 2010, sin embargo, durante los juegos olímpicos de invierno Sochi 2014 se presentó el traje MACH 38 para los atletas de velocidad sobre hielo y la marca NIKE fabricó el traje turbospeed utilizado por Usain Bolt y Allison Felix, el cual fue probado durante más de 1000 horas en un túnel de

viento para simular la capacidad aerodinámica de las pelotas de golf. Este traje permite correr al menos 0,023 segundos más rápido²² .

Los atletas paralímpicos también han sido beneficiados por el desarrollo tecnológico y se ha fabricado la prótesis de fibra de carbón, lo cual les permite competir con atletas no discapacitados (Oscar Pistorius, Suráfrica).

Es difícil identificar un deporte en el cual la tecnología no haya tenido un gran impacto, ya sea a través de los implementos utilizados por los atletas, por los métodos utilizados en los entrenamientos, en las instalaciones deportivas o en las pistas.

Cuando se analiza el impacto del desarrollo tecnológico sobre el deporte se observa que no es un fenómeno reciente y que siempre se ha mantenido en una evolución constante.

La igualdad tecnológica en el deporte sería una meta menos difícil de alcanzar, pues demandaría de acciones mucho más factibles que la eliminación del dopaje y la corrupción.

¿Qué ha sucedido con los records mundiales en diferentes deportes a partir de los primeros juegos olímpicos de la era moderna?

1-Desde 1896 las marcas en el ciclismo han mejorado en 221 %

2-Los registros en jabalina han progresado en el 95 %.

3-Los saltos con pértigas desde la era de la madera al bambú hasta la fibra de vidrio han mejorado en el 86 %.

4-Las pruebas de carreras son las que menos incrementos han mostrado. las marcas en los 100 metros planos son 24 % mejores que en 1896.

III-Producción incontrolada de ayudas ergogénicas a las cuales se le podría añadir sustancias dopantes de nuevo diseño que no aparecen en las listas de sustancias prohibidas (BALCO, THG).

Generalmente el término ayudas ergogénicas se puede confundir con dopaje, cuando no existe una definición que separe exactamente ambos términos. Una definición que pudiera dejar claramente establecidas las fronteras entre estos dos conceptos, sería la siguiente:

Definición de ayuda ergogénica

Ayuda ergogénica (del griego ergos; calor, energía y genía; formación de,) se define como la utilización de recursos nutricionales, farmacológicos,

mecánicos, fisiológicos, psicológicos o de otra naturaleza con la finalidad de mejorar o alcanzar el máximo rendimiento físico o deportivo sin producir daños al organismo o violación de los principios del juego limpio.

Clasificación de las ayudas ergogénicas en el deporte.

Las ayudas ergogénicas se pueden clasificar dentro de los siguientes grupos:

1-Mecánica o biomecánica (bicicletas, patines, equipamiento y vestimenta deportivos en general, etc.)

2-Farmacológica (Esteroides anabólicos, anfetaminas, cafeína, etc.)

3-Fisiológica (doping sanguíneo, inhalación de oxígeno, rhEPO, entrenamiento en hipoxia, etc.)

4-Psicológica (entrenamiento autógeno)

5-Nutricional (Sobrecarga de HC, Complejo B, Hierro, Suplementos proteicos y otros)

Objetivos del uso de las Ayudas Ergogénicas

Las ayudas ergogénicas se utilizan con los siguientes objetivos:

1-Para incrementar la Potencia.

2-Incrementar la cantidad de músculo utilizado para producir energía.

3-Incrementar la velocidad de los procesos metabólicos que producen energía en el músculo.

4-Incrementar el aporte de energía al músculo para su mayor duración.
Mejorar el suministro de energía al músculo.

5- Neutralizar y evitar el acúmulo en el organismo de sustancias que interfieran con óptima producción de energía (amoníaco, radicales libres, lactato, urea, etc.)

Los suplementos que sirven a unos pudieran no servir a otros.

Para utilizar o recomendar el uso de ayudas ergogénicas, es necesario considerar algunos criterios, que solo son del conocimiento de los nutricionistas del deporte o especialistas. Algunos de estos criterios son los siguientes²³:

1-Los suplementos son específicos para cada deporte y pudieran incluso ser específicos para cada disciplina, evento o posición de juego.

- 2-Los suplementos pudieran ser específicos para género y grupo etario .
- 3-La eficacia de los suplementos es dependiente de una adecuada hidratación, dieta y plan de entrenamiento.
- 4-Para las ayudas ergogénicas natural y seguro NO son términos sinónimos.
- 5-Las grandes dosis pudieran crear problemas de toxicidad para la salud.

¿En qué argumentos se basa el uso de las ayudas ergogénicas?

Muchas supuestas ayudas ergogénicas no se basan en evidencias científicas, sino en hechos de los siguientes tipos:

- 1-Referencias difusas de supuestos efectos sin pruebas científicas
- 2-Comentarios anecdóticos de deportistas famosos
- 3-Artículos científicos mal interpretados
- 4-Tener en cuenta sólo los estudios beneficiosos al interés comercial

Evidencias científicas de las ayudas ergogénicas

Para que un estudio de evidencias sobre una ayuda ergogénica sea válido, deberá cumplir las siguientes exigencias:

- 1-Que el estudio se haya realizado sobre una muestra de población deportiva.
- 2-Considerar que son de más valor los estudios aleatorios y a doble ciego utilizando placebo y ayuda ergogénica
- 3-Que existan diferencias estadísticamente significativas
- 4-Que los resultados sean reproducibles en estudios similares realizados por otros investigadores

Desarrollo tecnológico y prevención de sus peligros para el deporte

Existen múltiples razones por las cuales el desarrollo tecnológico no puede detenerse, incluso en los casos que el mismo pudiera obstaculizar una determinada actividad del hombre como lo es el propio deporte.

Por esta razón, es el objetivo de todos los laboratorios para el control antidopaje planear sus estrategias ante la futura violación de las normas antidopaje relacionadas con el desarrollo tecnológico²⁴.

¿Cómo los laboratorios alistan su tecnología para la detección del uso de sustancias prohibidas?

Para dar respuesta a esta interrogante se deben considerar los siguientes aspectos:

1- Los problemas financieros y recortes presupuestarios a los cuales están sometidos los laboratorios.

2-La necesidad de métodos separados para el tamizaje y la confirmación de las sustancias prohibidas.

3-Solucionar los problemas analíticos que impone la similitud entre sustancias endógenas y exógenas (esteroides, hormonas).

4-Solución tecnológica para las diferencias entre las variantes naturales y sintéticas de las sustancias.

5-Estandarizar los métodos para detectar el dopaje genético basado en las huellas que dejan los vectores (muestras de sangre), lo cual pudiera estar basado en los diferentes tipos de vectores, generalmente virales (riesgos de efectos secundarios)^{25,26}.

6-Criterios de los expertos (¿Similar al pasaporte biológico?)

7-Desarrollo de biopsias, lo cual representaría un método invasivo, que pudiera ser rechazado por atletas y entrenadores (una experiencia similar resultó con las extracciones de sangre para determinar EPO). Otro aspecto sería determinar el sitio exacto para la toma de muestras.

¿Cuáles son los cambios tecnológicos y estratégicos que se han introducido en los últimos años?

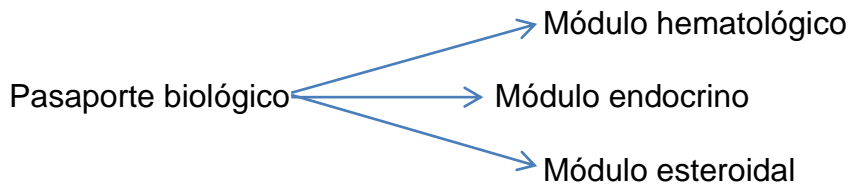
Dentro de los cambios más significativos que se han introducido durante los últimos años para la lucha contra el dopaje, se encuentran los siguientes:

1- La IRMS (Espectrometría de masa de relaciones isotópicas para confirmar la muy cuestionada relación T/E.

2-Métodos de inmunoensayo para cuantificar las variantes moleculares de HGH, EPO, IGF, hCG y otros factores²⁷.

3-El pasaporte biológico del atleta.

El pasaporte biológico está formado por los siguientes módulos:



¿Cuáles son los parámetros que determinan el pasaporte hematológico?

Hematocrito
Hemoglobina
Glóbulos rojos
% de reticulocitos
Cantidad de reticulocitos
Ferritina
Transferrina

¿Cuáles son los parámetros que determinan el pasaporte esteroidal?

Testosterona
Estradiol
Androstenediona
Etiocolanolona
5-alfa-Androstenediol
5-beta-Androstenediol
Relación TESTO/EPI
Relación T/a
Relación 5^a/5b

¿Cuáles son las ventajas del pasaporte biológico?

Dentro de las principales ventajas del pasaporte biológico se encuentran las siguientes:

1-Se puede crear un registro histórico de cada atleta en o fuera de competencia.

2-Se puede detectar de manera inteligente la utilización de sustancias prohibidas.

3-No se basa en un criterio único

Sin embargo, el pasaporte biológico tampoco es infalible y pudiera presentar grietas tecnológica o de interpretación, a la vez que otros elementos como son la corrupción y violación de la ética pudieran estar presentes²⁸⁻³⁰.

La comunidad antidopaje internacional coincide en el criterio que la educación antidopaje es una de las posibles alternativas para combatir este problema, iniciando el proceso educativo en las poblaciones de atletas que se inician a edades muy tempranas.

En el sistema nacional cubano de educación antidopaje se han desarrollado proyectos de educación aprobados por la UNESCO, mediante los cuales se han publicado libros, divulgación (Folleto Antidopaje), programas televisivos, cursos nacionales para diferentes niveles de formación así como otras actividades que han mostrado tener una gran efectividad.

El nuevo código mundial antidopaje como herramienta de lucha

En la nueva versión del Código Mundial Antidopaje que entró en vigencia en 2015, y que ha sido firmado por la mayoría de los países que integran el movimiento deportivo mundial, se han incluido dos nuevas infracciones que son las siguientes³¹:

1-La complicidad:

El Código define esta conducta como el hecho de “asistir, alentar, ayudar, incitar, colaborar, conspirar o encubrir” Intencionadamente una infracción de las normas antidopaje.

2-La asociación prohibida:

El Código prohíbe que un deportista trabaje con cualquier persona de apoyo, como médicos o entrenadores, que hayan sido sancionados o condenados por la comisión de una conducta relacionada con el dopaje. Para poder aplicar esta disposición los deportistas serán informados sobre los sujetos calificados como personal de apoyo con los que no deben asociarse.

La localización de los deportistas de categoría mundial

Una medida instrumentada en el Código Mundial Antidopaje que ha producido excelentes resultados, es el desarrollo de pruebas para el control antidopaje

fuera de competencias y la localización obligatoria del paradero de los atletas de alto rendimiento.

El objetivo de la localización de los deportistas es facilitar los controles fuera de competición a aquellos deportistas que se encuentran incluidos en un “grupo registrado para controles”, los cuales deben proporcionar información sobre su localización de forma trimestral, definiendo una hora cada día en la cual deben estar disponibles para la realización de pruebas de controles antidopaje. El objetivo fundamental y única meta a alcanzar en la lucha contra el dopaje, es que en esta carrera de relevo no se sustituya el batón por una jeringuilla.

Referencias Bibliográficas

- 1- Müller RK. History of doping and doping control. *Handb Exp Pharmacol*, 2010; 195:1-23.
- 2- Prokop L. The struggle against doping and its history. *J Sports Med Phys Fitness*, 1970; 10(1):45-8.
- 3- Dvorak J, Saugy M, Pitsiladis YP. Challenges and threats to implementing the fight against doping in sport. *Br J Sports Med*; 2014; 48 (10):807-9.
- 4- Bird SR, Goebel C, Burke LM, Greaves RF. Doping in sport and exercise: anabolic, ergogenic, health and clinical issues. *Ann Clin Biochem*, 2016; 53 (Pt 2):196-221.
- 5- Cadwallader AB, Murray B. Performance-Enhancing Drugs I: Understanding the Basics of Testing for Banned Substances. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2015; 25 (4): 396-404.
- 6- Brand R, Heck P, Ziegler M. Illegal performance enhancing drugs and doping in sport: A picture based brief implicit association test for measuring athletes attitudes. *Subst Abuse Treat Prev Policy*, 2014; 9:15-25.
- 7- Kamber M, Therapeutische Umschau. R. Fight against doping national and international developments after Tour de France 1998. *Revue Thérapeutique*, 2001; 58 (4): 220-5.
- 8- Reardon CL, Creado S. Drug abuse in athletes. *Subst Abuse Rehabil*, 2014; 5: 95-105.
- 9- Barnes KP, Rainbow CR. Update on banned substances 2013. *Sports Health*, 2013; 5 (5): 442-7.
- 10- Momaya A, Fawal M, Estes R. Performance-enhancing substances in sports: a review of the literature. *Sports Med*, 2015; 45(4): 517-31.
- 11- Pieters T, de Hon O. Faster, higher, stronger: knowledge about old and new doping substances. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2013; 157(28):A6450.
- 12- Thomas A, Höppner S, Geyer H, Schänzer W, Petrou M, Kwiatkowska D, et al. Determination of growth hormone releasing peptides (GHRP) and their major metabolites in human urine for doping controls by means of liquid chromatography mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem*, 2011 401 (2): 507-16.
- 13- Mazzoni I, Barroso O, Rabin O. The list of prohibited substances and methods in sport: structure and review process by the world anti-doping agency. *J Anal Toxicol*, 2011; 35 (9):608-12.
- 14- Jeong ES, Kim SH, Cha EJ, Lee KM, Kim HJ, Lee SW, et al. Simultaneous analysis of 210 prohibited substances in human urine by ultrafast liquid

chromatography/tandem mass spectrometry in doping control. *Rapid Commun Mass Spectrom*, 2015; 29 (4):367-84.

15- Reichel C. Recent developments in doping testing for erythropoietin. *Anal Bioanal Chem*, 2011; 401(2):463-81.

16- Goldspink G, Wessner B, Tschan H, Bachl N. Growth factors, muscle function, and doping. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2010; 39(1):169-81.

17- Hatton CK, Green GA, Ambrose PJ. Performance-enhancing drugs: understanding the risks. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2014; 25(4):897-913.

18- Prakash K. Performance enhancing drugs in sports and the role of doctors: are there guidelines? *Indian J Med Ethics*, 2013;10(2):115-7.

19- Cadwallader AB, de la Torre X, Tieri A, Botrè F. The abuse of diuretics as performance-enhancing drugs and masking agents in sport doping: pharmacology, toxicology and analysis. *Br J Pharmacol*, 2010;161(1):1-16.

20- Angell PJ, Chester N, Sculthorpe N, Whyte G, George K, Somauroo J. Performance enhancing drug abuse and cardiovascular risk in athletes: implications for the clinician. *Br J Sports Med*, 2012; 46 Suppl 1:78-84.

21- Thieme D, Büttner A, Herz [Herz]. Cardiovascular alterations associated with doping. ISSN: 1615-6692, 2015 May; Vol. 40(3), pp. 410-6; Publisher: Urban Und Vogel; PMID: 25828698;

22- Hawkes N. Performance enhancing drugs or techniques may exist that can't yet be detected, experts admit. *BMJ*, 2012; 345:e4867.

23- Liddle DG, Connor DJ. Nutritional supplements and ergogenic AIDS. *Prim Care*, 2013; 40 (2): 487-505.

24- Reichel C. OMICS-strategies and methods in the fight against doping. *Forensic Sci Int*, 2011; 213 (1-3):20-34.

25- Battery L, Solomon A, Gould D. Gene doping: Olympic genes for Olympic dreams. *J R Soc Med*, 2011; 104(12):494-500.

26- Mehlman MJ. Genetic enhancement in sport: just another form of doping? *Recent Pat DNA Gene Seq*, 2012; 6(3):240-6.

27- Leuenberger N, Robinson N, Saugy M. Circulating miRNAs: a new generation of anti-doping biomarkers. *Anal Bioanal Chem*, 2013; 405(30): 9617-23.

28- Bucknall V, Rehman H, Bassindale T, Clement RG. The athlete biological passport: ticket to a fair Commonwealth Games. *Scott Med J*, 2014; 59 (3): 143-8.

29-Ashenden M, Gough CE, Garnham A, Gore CJ, Sharpe K. Current markers of the Athlete Blood Passport do not flag microdose EPO doping. *European Eur J Appl Physiol*], 2011; 111(9):2307-14.

30-Khodasevich LS, Kuzin SG, Khodasevich AL. Forensic-medical diagnostics of doping cases in sports. *Sud Med Ekspert*], 2013; 56(6):47-51.

31-Código Mundial Antidopaje. Agencia Mundial Antidopaje, Año 2015.