



REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 12, NÚMERO 3, La Habana, septiembre-diciembre, 2017

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Título: Dopaje Involuntario, prevención y educación.

Title: Involuntary doping, prevention and education

Cabrera Oliva VM*, Gutiérrez Jorge Y, Pino Rivero JP***, Castillo Díaz P****.**

*** DrC, Investigador Titular, Profesor Titular, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba. E-mail: vcabrera@infomed.sld.cu**

**** MSc Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba.**

***** Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba.**

****** MSc Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba.**

Recibido: 15 de Septiembre de 2017

Aceptado: 8 de Enero de 2017

Resumen

El control del dopaje, incluida la realización sistemática de los análisis toxicológicos, ha sido la forma más consistente de minimizar el problema del dopaje en los deportes. El Comité Olímpico Internacional (COI)/Agencia Mundial Antidopaje (AMA) han proporcionado una lista de sustancias prohibidas en los deportes que está cambiando constantemente debido a la introducción de nuevas sustancias utilizadas por los atletas. La evidencia del uso de dopaje se basa en la identificación de sustancias prohibidas, sus metabolitos y/o marcadores en muestras biológicas suministradas por atletas. La orina es la muestra obligatoria en el control de dopaje debido a la facilidad y la naturaleza no invasiva de la recolección. Con excepción de algunas sustancias, en las que se indica un umbral específico en la lista de la AMA, la detección de cualquier cantidad de una sustancia prohibida en la muestra del atleta se considera una infracción de las normas antidopaje. En algunos países, el control de dopaje se ha realizado en varias categorías deportivas con algunos casos positivos. Algunos de esos casos fueron bien caracterizados y los atletas admitieron el uso de una sustancia prohibida, mientras que en otros casos, los deportistas negaron su uso y alegaron circunstancias distintas del dopaje intencional. Dentro de las defensas típicas se han incluido la inhalación pasiva de humo de drogas o haber tomado inadvertidamente suplementos nutricionales o alimentos que contenían una sustancia prohibida. En el presente trabajo de revisión de la literatura científica, se discute la posibilidad de circunstancias distintas del abuso intencional que podrían resultar en una prueba positiva en el control de dopaje para sustancias prohibidas.

Palabras claves: Sustancias prohibidas, dopaje, sustancias específicas, listas de prohibiciones

Abstract

Doping control, including the systematic conduct of toxicological analyzes, has been the most consistent way to minimize the problem of doping in sports. The International Olympic Committee (IOC) / World Anti-Doping Agency (WADA) has provided a list of banned substances in sports that is constantly changing due to the

introduction of new substances used by athletes. Evidence of the use of doping is based on the identification of prohibited substances, their metabolites and / or markers in biological samples supplied by athletes. Urine is the mandatory sample in doping control because of the ease and non-invasive nature of the collection. With the exception of certain substances, which indicate a specific threshold in the WADA list, detection of any amount of a prohibited substance in the athlete's sample is considered to be an anti-doping rule violation. In some countries, doping control has been performed in several sporting categories with some positive cases. Some of these cases were well characterized and athletes admitted the use of a prohibited substance, while in other cases athletes denied their use and claimed circumstances other than intentional doping. Typical defenses include passive inhalation of drug smoke or inadvertently taking nutritional supplements or foods containing a prohibited substance. In the present work of review of the scientific literature, the possibility of different circumstances of the intentional abuse that could result in a positive test in the control of doping for prohibited substances is discussed.

Key words: Prohibited substances, doping, specific substances, prohibitions' lists.

Desarrollo

A pesar de todos los esfuerzos en la lucha contra el dopaje en los deportes, el uso indebido de sustancias prohibidas se ha convertido en una práctica común entre los atletas que quieren aumentar artificialmente sus actuaciones. El control del dopaje, incluida la realización sistemática de los análisis toxicológicos, ha sido la forma más consistente de minimizar el problema del dopaje en los deportes.

El Comité Olímpico Internacional (COI) / Agencia Mundial Antidopaje (AMA) ha proporcionado una lista de sustancias prohibidas en los deportes que está cambiando constantemente debido a la introducción de nuevas sustancias utilizadas por los atletas. La lista de la COI, actualizada en 2017, incluía las siguientes clases de sustancias: estimulantes, narcóticos, agentes anabólicos, diuréticos, hormonas peptídicas, agentes con actividad antiestrogénica,

bloqueadores beta, beta agonistas, cannabinoides, moduladores hormonales y metabólicos y agentes enmascarantes¹ . En las listas no se incluyen todas las sustancias pero para cada uno de estos grupos, hay algunos ejemplos representativos.

La evidencia del uso de dopaje se basa en la identificación de sustancias prohibidas, sus metabolitos y/o marcadores en muestras biológicas suministradas por atletas. La orina es la muestra obligatoria en el control de dopaje debido a la facilidad y la naturaleza no invasiva de la recolección. Con excepción de algunas sustancias, en las que se indica un umbral específico en la lista de la AMA, la detección de cualquier cantidad de una sustancia prohibida en la muestra del atleta se considera una infracción de las normas antidopaje² .

En algunos países, el control de dopaje se ha realizado en varias categorías deportivas con algunos casos positivos. Algunos de estos casos fueron bien caracterizados y los atletas admitieron el uso de una sustancia prohibida. En otros casos, los deportistas negaron su uso y alegaron circunstancias distintas del dopaje intencional. Dentro de las defensas típicas se han incluido la inhalación pasiva de humo de drogas o haber tomado inadvertidamente suplementos nutricionales o alimentos que contenían una sustancia prohibida.

Basado en una revisión de la literatura científica, se discuten las posibilidades de circunstancias distintas del abuso intencional que podrían resultar en una prueba positiva en el control de dopaje para sustancias prohibidas.

1. Las sustancias específicas

Las **sustancias específicas** son aquellas que pueden haber entrado en el cuerpo de un atleta de manera casual, sin darse cuenta, y por lo tanto, permite a un tribunal tener más flexibilidad a la hora de tomar una decisión sancionadora. La lista de sustancias prohibidas de la AMA considera todas las sustancias como específicas salvo aquellos grupos de sustancias y métodos a los que se hace mención expresamente como **no específicas**. De acuerdo con el artículo 4.2.2 del Código Mundial Antidopaje, todas las sustancias prohibidas deben ser consideradas como 'sustancias específicas' excepto las sustancias en las clases S1, S2, S4.4, S4.5,

S6.a, y los métodos prohibidos M1, M2 y M3 que son sustancias y métodos prohibidos siempre (en y fuera de competición)

Muchos medicamentos normalmente utilizados para el tratamiento de estados gripales u otras dolencias contienen sustancias prohibidas de acuerdo a las formulaciones o marcas registradas del fabricante, lo cual puede diferir entre países y por tanto, ser desconocido por atletas y médicos. Es recomendable instruir a los atletas y médicos que participan en competencias, bases de entrenamiento, etc. en otros países, investigar la composición de cualquier medicamento que pretendan utilizar para el tratamiento de cualquier malestar o enfermedad transitoria, sobre todo de aquellas que pueden aparecer cuando se producen cambios de climas, alimentación, etc.

2. Inhalación pasiva del humo de drogas

2.1 La marihuana

A pesar de ser una droga ilícita en la mayoría de los países, la marihuana (*Cannabis sativa*) es fumada en situaciones sociales en las que no todos los individuos fuman la droga. Teóricamente, es posible que los no fumadores puedan inhalar pasivamente suficiente humo de marihuana para excretar cantidades detectables de cannabinoides en su orina. En casos como este es muy difícil afirmar si el individuo estaba involucrado en el uso del fármaco o simplemente pasivamente expuesto³. Se han llevado a cabo varias investigaciones para determinar si es posible la inhalación pasiva de cannabinoides. Estos estudios han demostrado que la cantidad de cannabinoides detectados en la orina de un fumador pasivo depende del tamaño y ventilación de la habitación en la que estaba presente, la concentración de tetrahidrocanabinol (THC) en los cigarrillos de marihuana que se fuman y la cantidad de humo que inhaló pasivamente⁴.

En un estudio realizado en 1988, Mulet et al⁵., informaron consistentemente que <10 µg/l de cannabinoides estaban en la orina de tres sujetos que inhalaron pasivamente el humo de marihuana en un cuarto cerrado (3.1 x 3.1 x 2.4m) sin ventanas. El humo fue producido por ocho personas que fumaban cuatro cigarrillos con 27 mg de THC por cigarrillo.

Morland y otros⁶ informó otro estudio de exposición pasiva de marihuana dentro de un automóvil donde los sujetos fumaban ocho cigarrillos de marihuana o hashish (mezclado con tabaco) equivalentes a 90 mg de THC en presencia de inhaladores pasivos voluntarios. Los análisis de muestras de orina de inhaladores pasivos mostraron que no había niveles detectables de cannabinoides en la orina de sujetos involucrados en el estudio de hachís. Sin embargo, los especímenes de orina de sujetos pasivamente expuestos al humo de marihuana fueron positivos para cannabinoides, que oscilaron entre 14 y 30 µg/L, cuando se analizaron por radioinmunoensayo.

Cone y Johnson⁷ informaron de un estudio en el que cinco hombres sanos fueron expuestos pasivamente al humo de cuatro o 16 cigarrillos de marihuana (2,8% de THC) durante 1 hora diaria durante seis días consecutivos en una habitación sin ventilación (2,5 x 2,1 x 2,4 m). Los especímenes urinarios se recogieron de los sujetos durante el estudio y se analizaron por inmunestimulación enzimática (EMIT), radioinmunoensayo y Cromatografía de gases / espectrometría de masas (GC-MS).

Después del primer estudio, con cuatro cigarrillos de marihuana, sólo unas cuantas muestras de orina resultaron positivas para los metabolitos de cannabinoides en la concentración de corte de 20 µg/L del ensayo EMIT. Ninguna de las muestras fue positiva usando el nivel de corte de 75 µg/L. En condiciones extremas de exposición extrema (16 cigarrillos), más muestras de orina fueron positivas para el corte inferior (20 µg/L) y eventualmente las muestras superaron el calibrador EMIT de corte de 100 µg/L.

En resumen, los estudios han demostrado que es posible que un individuo pueda producir niveles detectables de cannabinoides en muestras de orina sólo después de condiciones extremadamente severas de exposición pasiva al humo de marihuana. Sin embargo, de acuerdo con la lista de la AMA, las federaciones deportivas podrían considerar las muestras de orina positivas para el consumo de cannabis si la concentración del ácido 11-norma delta-9-tetrahidrocannabinol-9-carboxílico (el principal metabolito del THC) es > 15 g/L. Por lo tanto, sería improbable que este resultado se obtuviera en condiciones normales y realistas de exposición pasiva.

2.2 Cocaína

La exposición pasiva a la cocaína se ha convertido en una preocupación desde el advenimiento del "crack" (cocaína de base libre) en la década de 1980. La alta volatilidad de la cocaína de base libre permite que esta sustancia se fume en pipas. Por lo tanto, la inhalación de humo, vapor y aire expirado es la forma más probable de ser expuesto pasivamente a la cocaína. Otras posibilidades incluyen la inhalación del polvo de drogas, la absorción percutánea y la ingestión oral accidental.

Cone et al⁸, realizaron dos estudios para evaluar la inhalación pasiva del humo de crack. En el primer estudio, seis sujetos sanos fueron expuestos durante 1 hora a 100 ó 200 mg de vapor de cocaína de base libre producido dentro de una pequeña habitación sin ventilación. Se recogieron muestras de orina y se analizó la presencia de cocaína y sus metabolitos. Ninguno de los especímenes recogidos después de la exposición pasiva resultó positivo por inmunoensayo en el límite de 300 µg/l. La concentración máxima de benzoilecgonina (el metabolito principal de la cocaína) en la orina, determinada por GC/MS, osciló entre 22 y 123 µg/L.

En el segundo estudio, muestras de orina fueron recolectadas y analizadas por personal médico que fueron expuestas pasivamente al humo de cocaína colateralmente mientras ayudaban en un estudio de investigación de fumadores de crack. El personal de investigación permaneció cerca, mientras que los fumadores de crack fumaron tres dosis de cocaína de base libre durante un período de 4 horas. Los especímenes de orina de los miembros del personal contenían un máximo de 6 g/L de benzoilecgonina⁸.

En general, estos estudios demostraron que sólo en individuos expuestos al humo de cocaína bajo condiciones extremadamente severas se eliminaría el metabolito de cocaína en la orina.

2.3 Metanfetamina

La metanfetamina es una droga ilícita también disponible en forma fumable conocida como "hielo". Por lo tanto, la inhalación pasiva del humo se podría utilizar como defensa en los resultados positivos de la metanfemidina en el control de dopaje. Sin embargo, hasta donde se ha publicado, hasta la fecha no se han realizado estudios para evaluar las condiciones bajo las cuales la inhalación pasiva

de humo de "hielo" podría resultar en una prueba positiva para la metanfetamina en la orina.

3. Ingestión de alimentos que contienen sustancias prohibidas

3.1 El consumo de carnes contaminadas con Clembuterol.

Durante la celebración de la Copa de Oro de la Federación Mexicana de Fútbol (FMF) en 2011, 29 deportistas dieron positivo por Clembuterol, pero en esa ocasión se asumió que la presencia de esa sustancia en las muestras de orina era debido al consumo de carne vacuna procedentes de animales engordados con ese anabólico. En 2013 se encontraron más resultados adversos, por lo cual la AMA y la FIFA realizan investigaciones para determinar cuándo los positivos por Clembuterol están relacionados con la ingesta de alimentos y cuándo por consumo directo de la sustancia. Hasta el momento no se ha podido comprobar si el resultado es por la ingesta alimenticia o por la sustancia directa a través de un medicamento. En 2012 se encontraron tres casos tras 120 controles y en 2013 el número se disparó a 20 tras 248 controles, es decir, casi el ocho por ciento de los exámenes dio un resultado analítico adverso.

Del 2013 a la fecha, las pruebas antidoping han arrojado más casos de análisis analítico adverso por consumo de Clembuterol.

En 2013 se realizaron más exámenes en los cuales se incluyó a la Liga MX en los controles, y en los años anteriores sólo se realizaba a seleccionados o preseleccionados.

Luego de que el Tribunal de Arbitraje Deportivo (TAS) suspendió por dopaje al ciclista español Alberto Contador, quien en las pruebas del Tour de Francia de 2011 dio positivo para el uso de Clembuterol, el ciclista argumentó que el hallazgo de esa sustancia en su cuerpo fue causado por el consumo de carne contaminada.

Debido a que el Clembuterol se ha utilizado de manera indiscriminada no sólo en animales, sino también en atletas de alto rendimiento, es de suma importancia conocer qué es el Clembuterol, los efectos de éste y por qué se considera doping.

¿Qué es el Clembuterol?

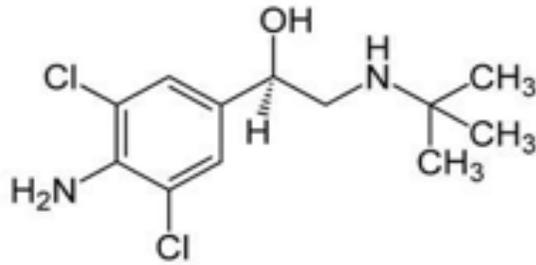


Figura.1. Estructura química del Clenbuterol o alcohol 4-amino-2-[(1R)-1-hidroxi-2-(terc-butilamino)metil]-3,5-diclorobencílico. Es un estimulante del Sistema Nervioso Central (agonista beta2-adrenergico o β 2-agonista) que ejerce efectos similares o idénticos a los de la adrenalina. El Clenbuterol como estimulante es utilizado para enfermedades crónico inflamatorias de las vías aéreas, manejo de asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

El Clenbuterol posee efectos fisiológicos similares a los esteroides anabólicos, utilizados para el físico-constructivismo (fisiculturismo); por lo que uno de los usos más comunes es en los animales de granja con el propósito de mejorar la porción de carne magra que resulta en una mayor ganancia para el productor.

Los efectos anabólicos de la administración oral son asociados con un aumento en la masa del músculo esquelético, está asociado a un incremento en la producción de fuerza muscular y resistencia por el cambio de fibras musculares lentas a fibras rápidas, además se ha descubierto que ayuda a mejorar el crecimiento muscular después de una lesión.

El Clenbuterol se encuentra en el grupo S1. Agentes anabólicos y beta-agonistas de la lista de sustancias prohibidas emitida por la Agencia Mundial Antidopaje (AMA).

El uso de todos los β -2 agonistas (ejemplo Clenbuterol) y cualquiera de sus metabolitos está prohibida en el deporte por su efecto ergogénico (aumentar la potencia muscular), y anabólico (crecimiento muscular), por lo que aumenta el rendimiento y la resistencia de forma artificial; su capacidad para inducir la hipertrofia al estimular terminaciones nerviosas (adrenoreceptores) en el crecimiento del músculo, la acción de las grasas (lipolítica), por las propiedades termogénicas al actuar sobre los receptores de este tejido acelerando la descomposición de las grasas (triglicéridos), para formar ácidos grasos libres y como consecuencia aumentar la quema de grasas (lipólisis), además la ausencia

de efectos virilizantes (androgénicos) han hecho que sea una sustancia preciada por los atletas, en especial las mujeres, cuyo desempeño requiere fuerza muscular importante.

Se ha demostrado que el consumo de carne contaminada con Clembuterol, puede dar lugar a resultados positivos en la orina de los atletas si estos, al consumir esta carne, llegan a tener al menos 8 mg/Kg. En los últimos años se han buscado nuevas estrategias de análisis y pruebas específicas que permitan diferenciar si la presencia de Clembuterol en la orina de los atletas es por el consumo de carne contaminada o por el uso ilegal de la misma con el objetivo de aumentar el rendimiento deportivo. Dependiendo la frecuencia y la dosis ingerida de Clembuterol, los efectos pueden ser leves, desde náuseas, tos e irritación de la garganta, hasta problemas graves a nivel de corazón (cardiovascular) como aumento de la frecuencia cardíaca (taquicardia), con o sin infarto al miocardio, palpitaciones, nerviosismo, dificultad para respirar (broncoespasmo), temblores (discinesia tardía), aumento de niveles en sangre de potasio (hiperpotasemia) y aumento de los niveles en sangre de glucosa (hiperglucemia).

Por el incremento de casos positivos de doping a Clembuterol presentados en diferentes disciplinas en el deporte de alto rendimiento, es importante verificar que los alimentos, medicamentos, suplementos o complementos, estén libres de esta sustancia con el objetivo de disminuir casos positivos y como consecuencia sanciones para los deportistas.

3.2 Alimentos que contienen cafeína

La cafeína está naturalmente presente en varios productos alimenticios como el café, algunos tipos de té y chocolate. La cafeína no se considera una sustancia prohibida, pero está incluida dentro del Programa de Seguimiento de acuerdo a las listas publicadas en 2017,

La cafeína es también un ingrediente de algunos refrescos y "bebidas energéticas". Según la lista de prohibiciones de la AMA, en versiones anteriores al 2010, un resultado se consideraba positivo cuando la concentración urinaria de cafeína supera los 12 mg/l¹. Este resultado sólo se obtiene con la ingestión de 500 mg de

cafeína en un tiempo corto antes de la recogida de la muestra, lo que corresponde a aproximadamente 5-10 tazas de café, 6-12 tazas de té o 2-3 barras de chocolate⁹. Por lo tanto, sería improbable que un atleta ingiriera inadvertidamente esta cantidad de cafeína con los alimentos.

3.3 Alimentos que contienen cáñamo (derivados de la marihuana)

Recientemente se ha expandido y aumentado considerablemente el uso de productos alimenticios denominados "productos de cáñamo". El cáñamo contenido en estos productos es de la planta *Cannabis sativa*, comúnmente conocida como marihuana¹⁰. Biscochos, galletas y pasteles preparados con cáñamo son algunos de estos productos que se están volviendo populares en algunos países. Probablemente la atracción de este tipo de alimentos no es su sabor, sino la creencia de que contienen THC o simplemente la simple novedad del mismo^{11,12}. Otros productos alimenticios preparados con cáñamo o parte de él incluyen aceite de semilla de cáñamo, té de cáñamo y Cerveza de cáñamo¹³.

Los trabajos recientes publicados en la literatura citan una serie de estudios que correlacionan la ingesta de productos de cáñamo y los niveles urinarios de metabolitos de THC. Cone y otros¹⁴ informaron los resultados urinarios de cinco sujetos masculinos libres de drogas que ingerían bizcochos con marihuana con un contenido de THC equivalente a uno o dos cigarrillos (2,8% de THC). Las concentraciones pico individuales de ácido 11-nor-delta-9-tetrahidrocannabinol-9-carboxílico (metabolito de THC) en orina variaron de 108 a 436 µg/L después de la ingestión de bizcochos.

En un estudio realizado por Bosy y Cole¹², cinco voluntarios consumieron dosis diarias de aceite de cáñamo (THC 0,17-1,77 mg/día) y sus muestras de orina fueron recolectadas. Las concentraciones máximas de metabolito de THC en la orina de los participantes oscilaron entre 1,8 y 48,7 µg/L.

Leson et al¹⁵., evaluó el impacto de la ingestión diaria prolongada de THC a través del aceite de cáñamo en los niveles de orina de metabolito de THC para cuatro dosis diarias de THC (THC 0,09-0,6 mg). El nivel más alto de metabolitos de THC determinado por GC-MS en cualquiera de los especímenes fue de 5,2 µg/L, muy

por debajo del valor de referencia de 15 µg/L utilizado en el control de dopaje. Según los autores, el consumo diario de estas cantidades es difícil de alcanzar, incluso por los ávidos consumidores de semillas de cáñamo.

3.4 Alimentos que contienen semillas de amapola

Las semillas de amapola (derivadas de *Papaver somniferum*) se utilizan con frecuencia en la cocción de pan y pasteles en todo el mundo. Los estudios han demostrado la presencia de dos alcaloides principales del opio, la codeína y la morfina, en estas semillas. El aislamiento de opiáceos de semillas de amapola ha llevado a la suposición de que su consumo resultaría en concentraciones significativas en muestras de orina. Por lo tanto, los benzoilecrosoles de opiáceos positivos obtenidos durante los análisis para el control de dopaje podrían estar relacionados con la ingestión de alimentos que contienen semillas de amapola, en lugar del uso de dopaje de narcóticos¹⁶.

Meadway et al¹⁶., encontró que las concentraciones máximas de morfina y codeína determinadas en las semillas de adormidera (procedentes de Australia, Países Bajos y Turquía) eran de 33,2 y 13,7 µg/g de semilla, respectivamente. Después de la ingestión de la torta de semillas de adormidera que contenía un promedio de 4,69 g de semilla por rodaja, la concentración máxima de morfina en la orina fue sólo de 302 µg/L.

En 1990, ElSohly et al¹⁷., reportaron concentraciones urinarias que alcanzaron casi 1000 µg/L en sujetos que ingerían uno, dos o tres rollos de semilla de adormidera, cada uno conteniendo 2 g de semilla (108 µg de morfina/ g de semilla).

En el mismo estudio, un sujeto ingirió torta de semilla de amapola que contenía 15 g de semilla. La mayor concentración de morfina en la orina fue de 2010 µg/L, 9 horas después de la ingestión y la concentración disminuyó a <300 µg/L, 28 horas después de la ingestión.

Considerando que el valor umbral (concentración urinaria) para la morfina en la lista de la AMA es de 1000 µg/L, los hallazgos de ElSohly et al¹⁷., demuestran que la argumentación del consumo de semilla de amapola debe ser considerado y hasta que

no se haya aislado un marcador fiable de ingestión de semilla, cada caso positivo en el control de dopaje debe ser cuidadosamente evaluado.

3.5 Té de Coca Herbal

El consumo de té de coca herbario es común en algunos países de América del Sur, como Perú y Bolivia. El té consiste en hojas de coca pura o hojas de coca mezcladas con diferentes yerbas y es a menudo expandido en paquetes con porciones individuales como bolsas de té que contienen aproximadamente 1 g de material vegetal.

En un estudio realizado por Jackson et al¹⁸., las muestras de orina se analizaron durante 36 horas después del consumo de una taza de té de coca de Inca. Las concentraciones máximas de benzoilecgonina oscilaron entre 1400 y 2800 g/L y ocurrieron 4-11 horas después de la ingestión. Se obtuvieron resultados positivos por inmunoensayo 21-26 horas después de la ingesta de té.

En 1996, Jenkins et al¹⁹., mostraron que aproximadamente 5 mg de cocaína estaban presentes en bolsas de té de Perú y Bolivia. Después del consumo de una taza de té de coca peruano, se obtuvo una concentración máxima de 3940 µg/L de orina en concentraciones de nueve concentraciones de benzoilecgonina en la orina 10 horas después de la ingestión. El consumo de té de coca boliviano dio como resultado una concentración máxima de benzoilecgonina de 4979 g/L a las 3,5 horas.

Los estudios muestran que el consumo de té de coca resulta en concentraciones detectables de cocaína y metabolitos en la orina durante al menos 20 horas. Por lo tanto, si un atleta consumió té de coca horas antes de la competencia, su prueba de orina para el control de dopaje probablemente indicaría un resultado positivo para la cocaína.

3.6 Residuos de agentes anabólicos en la carne

Los esteroides anabólicos se han utilizado para la promoción del aumento de peso y la eficiencia alimentaria en el ganado desde la década de 1940. En algunos países, como Estados Unidos y Brasil, el uso de los promotores de crecimiento veterinarios está restringido a usos terapéuticos y están totalmente prohibidos en

países como los de la Comunidad Económica Europea^{20,21}. Existe la posibilidad de uso ilegal de esteroides anabólicos y consecuentemente la presencia de residuos hormonales en productos de origen animal. En general, los promotores de crecimiento se encuentran en niveles muy bajos en tejidos animales, estando más concentrados en hígado, riñón e intestino. La ingestión de carne contaminada con esta sustancia, incluso en pequeñas cantidades, pueden producir resultados adversos y el riesgo se incrementa con el consumo repetido.

Kicman et al²⁰., investigaron la posibilidad de la ingestión de aves tratadas con metenolona en la generación de un resultado positivo para los esteroides anabólicos en una prueba de dopaje. Se recogieron muestras de orina de voluntarios que consumían carne de pollo que había recibido metenolona intramuscular u oralmente en su alimento. No se detectaron metenolona ni metabolitos en muestras de orina de sujetos que comieron carne de pollos dosificados por vía oral. Sin embargo, el 50% de las muestras recogidas 24 horas después del consumo del pollo dosificado por vía intramuscular se confirmaron positivas.

Se informado en la literatura²²⁻²⁴, los casos de intoxicación aguda por Clembuterol debido a la ingestión de hígado de ternera contaminado con Clembuterol, en los cuales se encontraron niveles de que oscilaron entre 160-500 g/kg.

Estos estudios apoyan la hipótesis de que el consumo de carne proveniente de animales tratados con agentes anabólicos podría dar resultados positivos ilegales en muestras de orina. Por lo tanto, la ingestión de agentes anabólicos presentes en la carne contaminada constituye una grave responsabilidad para el atleta.

4. Productos vendidos como "suplementos nutricionales" que contienen sustancias prohibidas

4.1 Suplementos nutricionales que contienen efedra

El mercado de los productos vendidos como «suplementos nutricionales» creció a mediados de los años noventa. Una fuerte indicación de esta tendencia proviene del aumento de las ventas de estos productos en Estados Unidos, de US \$ 8,3 mil millones en 1994 a US \$ 14 mil millones en 1999²⁵. La creencia de que este tipo de

suplemento es "natural" y, por lo tanto, no causará efectos nocivos, contribuye a la popularidad de estos productos.

Los suplementos nutricionales que contienen la planta Ephedra sinica (Ma-Huang) se comercializan principalmente como adyuvantes en programas de pérdida de peso y para mejorar el rendimiento atlético. En estas circunstancias, se han planteado cuestiones de seguridad, efectos adversos y eficacia. Estos suplementos contienen alcaloides de la efedra, incluidos los estimulantes efedrina, pseudoefedrina, metilefedrina, norpseudoefedrina y fenilpropanolamina (norefedrina), incluidos en la lista de sustancias prohibidas de la AMA.

Dado que la lista de la AMA abarca sustancias que se producen naturalmente en botánicos como las efedrinas y la cafeína, los atletas podrían tomarlas involuntariamente en forma de suplementos de hierbas.

4.2 Suplementos nutricionales que contienen pro hormona

Uno de los primeros productos que contienen pro hormona vendidos como "suplementos nutricionales" que se pusieron a disposición en el mercado fue la deshidroepiandrosterona (DHEA) en 1996. Hoy en día, la lista se ha expandido e incluye 4-androstenediona, 4-androstenediol, -5-androstenediol (precursores de testosterona), 19-norandrostenediona y 19-norandrostenediol (precursores de nortestosterona). A pesar de ser agentes anabólicos que están prohibidos en los deportes, hasta ahora se han vendido legalmente sin receta médica en la mayoría de los países. Por lo tanto, la facilidad de disponibilidad y la gran atracción comercial estimulan el consumo de estos productos, muchas veces vendidos como "naturales". Otro problema es que, en algunos casos, los suplementos contienen sustancias prohibidas que no están indicadas en la etiqueta.

En un estudio realizado en la Universidad Alemana de Deporte de Colonia, 634 muestras de suplementos nutricionales procedentes de 13 países diferentes fueron analizados y 94 (14,8%) contenían prohormonas no declaradas en la etiqueta. De todos los suplementos positivos, 23 muestras (24,5%) contenían prohormonas de nandrolona y testosterona, 64 muestras (68,1%), sólo contenían prohormonas de testosterona y siete muestras (7,5%) sólo contenían pro hormonas de nandrolona²⁶.

En 2003, Delbeke y otros²⁵, estudiaron el tiempo de detección de sustancias dopantes que no figuran en la etiqueta del producto después de la ingestión de suplementos nutricionales contaminados. Boldenona, 19-nor-4-androstenediol, testosterona, 5 α -androstano-3 α , 17 β -diol se detectaron en cápsulas identificadas solamente como 1-androsastien-3 β , 17 β -diol. La presencia de 19-nor-4-androsteno-3-17-diona y 4-androstenediona se verificó en un suplemento donde la etiqueta indicaba solamente la presencia de ácido hidroxícítrico, levocarnitina, fenilalanina, sulfato de vanadilo y extractos de citrus aurantium y Guaraná. En un producto sólo identificado como suplemento de piruvato, también estaban presentes DHEA, 4-androstenediona, testosterona y 19-nor-4-androsteno-3-17-diona. Después de la ingestión de estos suplementos contaminados por voluntarios masculinos, el principal metabolito de boldenona se detectó durante un máximo de 6 horas. La norandrosterona se encontró en concentraciones $> 2 \mu\text{g/L}$ (el umbral de dopaje de la AMA en los hombres) de 2 a 24 horas después de la ingesta de una cápsula.

En otro estudio realizado por De Cock et al²⁷., encontraron que un suplemento contaminado contenía 0,7 mg de 4-androsteno-3,17-diona y 4,8 mg de 19-nor-4-androsteno-3,17-diona. Después de la ingestión de una cápsula, cinco voluntarios masculinos dieron positivo para norandrosterona ($> 2 \mu\text{g/L}$) hasta 48-144 horas después de la ingestión. El fabricante recomienda siete cápsulas diariamente.

Estos estudios nos alertan al hecho de que existe la posibilidad de la ingestión inadvertida de agentes anabólicos en forma de suplementos nutricionales. Por lo tanto, los atletas deben considerar que este tipo de productos no están sujetos a los mismos requisitos de aprobación previa y pruebas de calidad apropiadas. Por lo tanto, debido a que muchas veces el contenido real no se imprime en la etiqueta, no hay garantía de que estos suplementos no contengan hormonas prohibidas por la AMA.

5. Productos de Biotransformación de Sustancias Permitidas

5.1 Codeína

La codeína, presente en algunos medicamentos debido a sus propiedades analgésicas y antitusivas, es un fármaco opiáceo permitido por la AMA. Sin embargo, esta sustancia se metaboliza en morfina en el cuerpo humano, un opiáceo que está prohibido en los deportes.

Delbeke y Debackere²⁸ informaron concentraciones urinarias de codeína y morfina después de la administración de preparaciones de codeína. Los voluntarios que tomaron preparaciones que contenían 30 mg de fosfato de codeína mostraron concentraciones urinarias de morfina > 1 mg/L (el umbral de morfina según la lista de la AMA). También se detectó codeína en la orina de estos voluntarios hasta 12-24 horas después de la ingestión.

Recientemente, la AMA añadió una nota explicativa actualizada a la lista: "la morfina en una concentración superior a 1 µg/ml es un delito de dopaje a menos que pueda haber sido causada como resultado de la administración de un permiso como la codeína. Los laboratorios deben considerar la presencia de otras sustancias que proporcionen pruebas de la administración de codeína y sustancias relacionadas²⁹".

5.2 Famprofazona

La famprofazona es un fármaco analgésico y antipirético y es un componente del fármaco Gewodin® disponible principalmente en Alemania. Cada comprimido contiene famprofazona 25mg, paracetamol (paracetamol) 250mg, propyphenazone 75mg y cafeína 30mg. Se recomienda para dolor de cabeza, migraña, dolor de muelas, reumatismo, etc³⁰. Sin embargo, cuando se administra a los seres humanos, la famprofazona se biotransforma a metanfetamina y anfetamina, estimulantes que están incluidos en la lista de la AMA. La detección de la presencia de su otro metabolito 3-hidroximetilpirazolona es una clara evidencia del uso de famprofazona. Desafortunadamente, si la famprofazona y la anfetamina se usaron en asociación, no sería posible diferenciarse del uso de la famprofazona sola.

6.0 Algunos peligros que representa el uso de las plantas medicinales para el tratamiento de determinadas enfermedades en los atletas.

La aplicación empírica de diferentes tipos de extractos, cataplasma e infusiones ha llegado hasta nuestros días por transmisión de nuestros ancestros o por difusión mediante el folclor, ritos, leyendas y oscurantismo.

El uso de la llamada “medicina verde” tuvo sus orígenes en la necesidad de solucionar problemas de salud bajo diversas situaciones, dentro de las cuales se encontraban la falta de medicamentos, que generalmente han ido a la zaga de las enfermedades, por razones de aislamiento geográfico, económicas etc. Actualmente el uso de plantas medicinales se considera como una alternativa terapéutica.

Algunas de las plantas utilizadas con fines terapéutico tradicionalmente han sido estudiadas desde el punto de vista farmacológico, y se ha establecido la estructura de sus principios activos, sin embargo, en la inmensa mayoría de los casos se desconocen las propiedades de las plantas utilizadas y mucho menos cuáles son los efectos secundarios de las mismas.

Desde épocas remotas se conoce que las plantas son la fuente natural de infinidad de sustancias y principios activos, y se han descrito muchas plantas y sus propiedades como la Coca, Ginsen, Efedra, Cannabis etc, que se utilizaban en calidad de agentes estimulantes o dopantes por diferentes sociedades ancestrales. Los procedimientos analíticos actuales permiten detectar sin lugar a dudas, concentraciones de sustancias que se encuentra en el orden de las moléculas.

Todos estos factores son los que permiten alertar a los médicos, atletas y personas con responsabilidad en la actividad deportiva, a actuar con suma precaución cuando se trata de aplicar tratamientos a base de plantas medicinales, pues estas pueden contener sustancias prohibidas o producir efectos secundarios indeseables.

Es evidente que las plantas medicinales como tal no aparecen en las listas de prohibiciones, pero las mismas pudieran contener concentraciones de principios activos como efedrinas y otras capaces de ser detectadas en las muestras de orina durante los controles antidopaje.

7. Recomendaciones sobre algunas medidas que se deben tener en cuenta para evitar el dopaje involuntario.

a-Recuerda que es posibles resultados semifinalista o finalista en las competencias, lo cual te hace candidato a ser elegido para las pruebas de control antidopaje.

b-En caso de cualquier duda con relación al desarrollo de la toma de muestra consultar a tu médico del equipo, no a otra persona.

c-Cuidado con las comidas fuera de la villa, existe el peligro de ingerir carnes contaminadas con Clenbuterol, que es una sustancia prohibida así como carnes contaminadas con esteroides anabólicos que se utilizan en la cría de animales de importancia industrial. Debes consumir carnes debidamente certificadas para el consumo de los atletas durante las competencias.

d-Cumplir con el horario de presentación a las notificaciones para realizar las pruebas de control antidoping.

e-Cuidado con visitar lugares donde exista peligro del consumo de drogas.

f-En caso de cualquier malestar como son diarreas u otras, consultar al médico de tu equipo y utilizar solamente los medicamentos que él te entregue, nunca te automediques.

g-En caso de no puedas entregar el volumen de muestra de orina en un primer intento, estar atentos a donde se guardan tus muestra parciales.

h- Las ayudas ergogénicas y los suplementos nutricionales.

Se debe tener en cuenta que las ayudas ergogénicas que se venden en el mercado mundial pueden contener sustancias que te pongan en peligro de resultar positivo a una prueba para el control antidoping. Esto es debido a que los fabricantes de estos productos no indican en las etiquetas cuáles son los principios activos que determinan que un producto tenga propiedades ergogénicas, y en más de un caso ha resultados que aparezcan contaminadas con sustancias prohibidas dentro de las cuales se encuentran principalmente los esteroides anabólicos. Por otra parte debes conocer que estos productos se venden libremente en casi todos los países y que incluso, pueden ser adquiridos mediante las compras por INTERNET. Por estas razones jamás utilices productos ergogénicos que te suministren familiares, amigos o conocidos, debes consultar al médico de tu equipo, pero recuerda que la mejor ayuda ergogénica es consumir una alimentación balanceada y correcta de acuerdo a las kilocalorías que demanda tu deporte y además entrenar de manera suficiente y correcta.

¿Qué pasa con los remedios caseros?

Cuando estés en tu casa de vacaciones, o que no estés cerca de tus profesores, médicos y entrenadores y sientas algún malestar, debes evitar automedicarte, recuerda que tú eres un atleta y no debes tomar medicamentos sin consultar, pues en ocasiones las tabletas fabricadas en otros países pueden contener sustancias diferentes a las de producción nacional. Tampoco utilices infusiones de plantas medicinales que pudieran ser fuente de sustancias prohibidas, recuerda que muchas medicinas y drogas se extraen de las plantas

7. Discusión y conclusiones

Nuestra experiencia en análisis de dopaje ha demostrado que los atletas niegan en gran medida el uso de sustancias prohibidas incluso cuando se confirma un resultado positivo. En general, los atletas tienen una serie de razones para declararse no culpables y reclamar circunstancias distintas del dopaje intencional. En algunos casos, las alegaciones no son plausibles y pierden fundamentos científicos, pero en otros una investigación cuidadosa puede ser necesaria. En los casos en que se verificó un dopaje no intencional, la desinformación tanto del atleta como del médico fue la causa de un resultado positivo.

En 1993, durante los partidos de clasificación para la Copa Mundial de Fútbol celebrada en La Paz, Bolivia, el control de dopaje reveló la presencia de metabolitos de cocaína en la orina de un jugador brasileño. El atleta afirmó haber tomado una taza de té tradicional con hojas de coca como componente. Después de una investigación por la Federation Internationale de Football (FIFA), el atleta fue reincorporado³¹. En 1997, durante la Copa de Fútbol de Brasil, se detectó morfina en la orina de un jugador. En su defensa, afirmó haber comido pan que contenía semillas de amapola 6 horas antes del partido³¹, y en el mismo año, otro futbolista tuvo una prueba positiva para el control de dopaje. Las efedrinas se encontraron en la orina de un atleta que afirmaba haber usado un suplemento herbario sin saber que contenía alcaloides de la efedra. La ingestión del suplemento fue autorizada por el médico del equipo que asumió la responsabilidad del incidente.

En otro caso, un atleta noruego que tenía una prueba de dopaje positiva para la metenolona afirmó en su defensa que había comido pollo contaminado.

Sin embargo, el tribunal no fue convencido por la demanda y perdió su apelación.

Más recientemente, un brasileño top-clasificado de salto largo fue sometido a un control de rutina de dopaje y dio positivo para Clostebol, el esteroide anabólico. En su defensa, ella afirmó haber absorbido la sustancia y dio positivo porque los médicos habían aplicado una crema farmacéutica que contenía Clostebol después de un proceso de depilación de la pierna. El atleta fue suspendido temporalmente y no pudo participar en los Juegos Panamericanos.

Los atletas pueden estar expuestos involuntariamente a una serie de circunstancias que pueden generar un resultado positivo en el control de dopaje. Además, el hábito de algunos atletas en consumir grandes cantidades de suplementos nutricionales de origen dudoso, muchas veces científicamente injustificado, contribuye a la aparición de estos resultados positivos.

Algunos autores han sugerido métodos que podrían ayudar en la investigación del supuesto dopaje no intencional en los deportes. Midio et al³¹., sugieren el uso de análisis de cabello en el control de dopaje como un complemento útil a la prueba de drogas de la orina para investigar la exposición a largo plazo en casos especiales.

Un método analítico actualmente reconocido es capaz de distinguir entre una muestra de un tramposo y una de un atleta que fue expuesto pasivamente a un agente dopante. Por lo tanto, los atletas, entrenadores/instructores y médicos deben ser conscientes de las posibilidades de dopaje no intencional porque, según las normas internacionales, los atletas son responsables de cualquier sustancia prohibida que se encuentre en sus especímenes corporales, independientemente del origen.

Referencias bibliográficas

1. International Olympic Committee. Prohibited classes of substances and prohibited methods. Lausanne: International-Olympic Committee, 2017
2. International Olympic Committee. The world anti-doping code. Lausanne: International Olympic Committee, 2015.
3. Yonamine M, Garcia PR, De Moraes M, Regina L. Non-Intentional Doping in Sports, *Sports Medicine* 2004; 34(11):697-10.
4. ElSohly AM, Jones AB. Drug testing in the workplace: could a positive test for one of the mandated drugs be for reasons other than illicit use of the drug? *J Anal Toxicol* 1995; 19: 450-8
5. Mulé SJ, Lomax P, Gross SJ. Active and realistic passive marijuana exposure tested by three immunoassays and GC/MS in urine. *J Anal Toxicol* 1988; 12:113-6.
6. Mørland J, Bugge A, Skuterud B, Steen A, Wethe GH, Kjeldsen T. Cannabinoids in blood and urine after passive inhalation of cannabis smoke. *J Forensic Sci* 1985; 30: 997-1002.
7. Cone EJ, Johnson RE. Contact highs and urinary cannabinoid excretion after passive exposure to marijuana smoke. *Clin Pharmacol Ther* 1986; 40 (3):247-56.
8. Cone EJ, Yousefnejad D, Hillsgrove MJ, Holicky B, Darwin WD. Passive inhalation of cocaine. *J Anal Toxicol* 1995; 19 (6):399-11.
9. Lippi G, Guidi G. Doping and sport. *Minerva Med* 1999; 90:345-57.
10. Struempfer RE, Nelson G, Urry FM. A positive cannabinoids workplace drug test following the ingestion of commercially available hemp seed oil. *J Anal Toxicol* 1997; 21 (4):283-5.
11. Fortner N, Fogerson R, Lindman D, Iversen T, Armbruster D. Marijuana-positive urine test results from consumption of hemp seeds in food products. *J Anal Toxicol* 1997; 21 (6):476-81.

12. Bosy TZ, Cole KA. Consumption and quantitation of Δ 9- tetrahydrocannabinol in commercially available hemp seed oil products. *J Anal Toxicol* 2000; 24 (7):562-6.
13. Zoller O, Rhyn P, Zimmerli B. High-performance liquid chromatographic determination of Δ 9-tetrahydrocannabinol and the corresponding acid in hemp containing foods with special regard to the fluorescence properties of Δ 9-tetrahydrocannabinol. *J Chromatogr A* 2000; 872:101-10.
14. Cone EJ, Johnson RE, Paul BD, Mell LD, Mitchell J. Marijuana-laced brownies: behavioral effects, physiologic effects, and urinalysis in humans following ingestion. *J Anal Toxicol* 1988; 12:169-75.
15. ElSohly MA, Stanford DF, Murphy TP, Lester BM, Wright LL, Smeriglio V et al. Evaluating the impact of hemp food consumption on workplace drug tests. *J Anal Toxicol* 2000; 25:691-8.
16. Meadway C, George S, Braithwaite R. Opiate concentrations following the ingestion of poppy seed products: evidence for 'the poppy seed defence'. *Forensic Sci Int* 1998; 96:29-38.
17. ElSohly HN, ElSohly MA, Stanford DF. Poppy seed ingestion and opiates urinalysis: a closer look. *J Anal Toxicol* 1990; 14:308-10.
18. Jackson GF, Saady JJ, Poklis A. Urinary excretion of benzoylecgonine following ingestion of health inca tea. *Forensic Sci Int* 1991 Jan-Feb; 49 (1):57-64.
19. Jenkins AJ, Llosa T, Montoya I, Cone EJ. Identification and quantitation of alkaloids in coca tea. *Forensic Sci Int* 1996; 77:179-89.
20. Kicman AT, Cowan DA, Myhre L, Nilsson S, Tomten S, Oftebro H. Effect on sports drug livestock. *Clin Chem* 1994; 40 (11):2084-7.
21. Blanco BS, Paulino CA. Considerações sobre o uso de hormônios anabolizantes em animais de produção. *Rev Bras Toxicol* 1996; 9 (2):27-34.

22. Martínez-Navarro JF. Food poisoning related to consumption of illicit β -agonist in liver. *Lancet* 1990; 336:1311.
23. Lamaison D, Keck G, Bostvironnois C, Nicolas J, Descotes J. Collective human food poisoning by clenbuterol residues in veal liver. *Vet Hum Toxicol* 1991; 33 (5): 480-1.
24. Ramos F, Silveira MIN. Agonistas β 2-adrenérgicos como promotores do crescimento animal. *Rev Farm Bioquím Univ Sao Paulo* 1997; 33 (1): 13-21
25. Delbeke FT, Van Eenoo P, Van Thuyne W, Desmet N. Prohormones and sport. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2003; 1804:1-7.
26. Schanzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic androgenic-steroids: an international study [on line]. Available from URL: http://multimedia.olympic.org/pdf/en_report_324.pdf [Accedido en Jul/1/2017].
27. De Cock KJ, Delbeke FT, Van Eenoo P, Desmet N, Roels K, De Backer P. Detection and determination of anabolic steroids in nutritional supplements. *J Pharm Biomed Anal* 2001; 25:843-52.
28. Delbeke FT, Debackere M. Urinary concentrations of codeine and morphine after the administration of different codeine preparations in relation to doping analysis. *J Pharm Biomed Anal* 1991; 9 (10-12): 959-64
29. International Olympic Committee. Updated explanatory note concerning the IOC/WADA. Lausanne: International Olympic Committee, 2015.
30. Cody JT. Enantiomeric composition of amphetamine and methamphetamine derived from the precursor compound famprofazone. *Forensic Sci Int* 1996; 80: 189-99.
31. Midio AF, Moreau RLM, Silva OA. The possibilities of hairline in the determination of involuntary doping. Disponible en: http://multimedia.olympic.org/analysis_sports/pdf/en_report_324.pdf [Accedido el 16 de diciembre de 2017].

