



Instituto Tecnológico de Buenos Aires



Olimpiada Argentina de Tecnología

Deporte Limpio

**Protocolo para el proceso
de determinación de
drogas para mejora del
rendimiento
(PED)**



¿A qué se denomina PED?

Las sustancias de mejora del rendimiento, también conocidas como drogas de mejora del rendimiento (PED) (en inglés Performance-Enhancing Drug) son sustancias que se utilizan para mejorar cualquier forma de rendimiento de la actividad en los seres humanos.

Un ejemplo muy conocido es el dopaje en el deporte, en que los atletas utilizan drogas prohibidas para mejorar el rendimiento físico. Las sustancias que mejoran el rendimiento deportivo, se denominan ayudas ergogénicas.

En los deportes, la frase drogas para mejorar el rendimiento, se utiliza comúnmente en referencia a los esteroides anabólicos o sus precursores.

Hay organismos como la **AMA** (Agencia Mundial Antidopaje) (en inglés WADA, World Anti-Doping Agency) y la **USADA** (Agencia Antidopaje de USA) (en inglés, United States Anti-Doping Agency) que tratan de evitar que los atletas utilicen estas drogas mediante la realización de test o pruebas de detección de drogas.

La AMA, fundada el 10 de noviembre de 1999, se centra en el establecimiento y la aplicación de normas y códigos para todos los deportes del mundo. Su objetivo es garantizar que todos los deportes se jueguen de manera justa entre todos los atletas, en una organización libre de dopaje, con el fin de evitar que los atletas utilicen cualquier tipo de sustancias que mejoren su rendimiento físico.

La USADA, fundada el 1 de octubre de 2000, estaba compuesta por nueve miembros, cinco de los cuales eran ex atletas olímpicos y los otros cuatro elegidos por empresas independientes. Esta Agencia tiene la capacidad de examinar a todos los atletas de USA.



Protocolo para la detección de drogas utilizadas para mejorar el rendimiento en los deportes (PED)

El protocolo para realizar un análisis completo de drogas para mejorar el rendimiento (PED) en los deportes incluye una serie de pasos establecidos, a saber:

- Protocolo de muestreo.
- Recolección de las muestras.
- Aseguramiento de la integridad de la muestra.
- Pretratamiento de la muestra.
- Detección de analitos.
- Evaluación de datos.
- Notificación de los resultados.
- Medidas adoptadas en función de los resultados.

A continuación, se describen brevemente cada uno de los pasos anteriores.

Protocolo de muestreo

Las matrices de muestras más comunes para la detección de PED son la orina y la sangre. Se prefiere la toma de muestras de orina porque es menos invasiva que la toma de muestras de sangre. Además, muchos PED se encuentran en niveles más altos en la orina que en la sangre, que es también la matriz más problemática desde una perspectiva analítica.



El muestreo de competencia (IC) se produce cuando se obtienen muestras *durante un evento importante*, como los Juegos Olímpicos.

El protocolo de AMA determina qué atletas deben ser sometidos a los test de detección de PED. Las pruebas se les realizan a los atletas que terminan en primero y segundo puestos en un evento, frecuentemente, se realizan también en otros atletas del evento elegidos al azar. En ocasiones, se efectúan test específicos para los atletas cuando, por ejemplo, su rendimiento mejora *drásticamente* en poco tiempo.

La toma de **muestras fuera de la competición (OC)** se suele hacer sin previo aviso y a menudo en la *temporada baja* de un deporte determinado. La mayoría de los expertos en dopaje creen que las pruebas de OC, realizadas con suficiente frecuencia y de forma anónima, son más efectivas que las pruebas de IC para la restricción del uso de PED.

Recolección de las muestras

El documento técnico de la AMA para los ensayos tiene 91 páginas y gran parte del documento se centra en las normas y la logística de la recogida de muestras.

La toma de muestras de IC se realiza en las **estaciones de control del dopaje** que normalmente están a cargo de la organización antidopaje que dirige el evento, por ejemplo, el Comité Olímpico Internacional en el caso de los Juegos Olímpicos.

La toma de muestras del OC se realiza normalmente **sin previo aviso**, contactando con el atleta en lugares específicos. Una vez que un deportista es seleccionado para una muestra IC u OC, **debe permanecer bajo observación constante** por parte del **oficial de control antidopaje**, o de un acompañante designado, hasta que la muestra sea entregada.



Para facilitar la toma de muestras del OC, la AMA ha instituido una norma sobre el paradero de los atletas. Todos los atletas registrados en la AMA deben presentar un **Archivo de Paradero** que

indique dónde vivirán, entrenarán y competirán en los próximos tres meses. Además, deben designar un intervalo de 60 minutos durante cada día de este período en el que estarían disponibles para las pruebas. La repetida falta de presentación y los intentos fallidos de toma de muestras del OC resultarán en una violación del antidopaje para el atleta.

La muestra recogida se divide en dos contenedores, etiquetados A y B, en presencia del atleta. Si el análisis de detección y confirmación de la muestra A determina la presencia de un PED prohibido, la muestra B será entonces analizada para su confirmación. Un **resultado positivo** para la PED, llamado **hallazgo analítico adverso (AAF)**, **sólo se comunicará** si las pruebas A y B están de acuerdo. El funcionario de control del dopaje y el deportista se aseguran de que la muestra esté etiquetada correctamente, de modo que pueda documentarse **la cadena de custodia** durante el traslado de la muestra al laboratorio designado para hacer el análisis y para el almacenamiento posterior de la muestra. El **oficial de control de dopaje** se asegura de que la muestra se almacene adecuadamente para su transferencia al laboratorio.

Aseguramiento de la integridad de la muestra.

El **oficial de control de dopaje** hará pruebas **in situ** de la muestra de orina para asegurarse de que el **volumen y densidad de la muestra** son adecuados para el análisis. Una densidad baja podría indicar que se han ingerido sustancias prohibidas que originan la dilución de la muestra (por ejemplo, el uso de diuréticos). Si la densidad es inferior al valor normal 1,005, se puede pedir al atleta que proporcione una muestra adicional.

Los **diuréticos** son una clase única de agente de dopaje, ya que es muy poco probable que proporcionen una mejora en el rendimiento físico al deportista, ya que su principal función medicinal fuerza a la diuresis, es decir, aumenta la tasa de micción. Por esta

razón se explica su inclusión en la lista de **sustancias prohibidas**; al aumentar la tasa de micción los diuréticos pueden actuar como **agentes enmascaradores**.

Los diuréticos están clasificados por la AMA como **sustancias sin umbral**, es decir, son sustancias que están prohibidas en cualquier concentración; los límites mínimos de detección de diuréticos exigidos a los laboratorios están fijados por la AMA en 200 ng/mL en los fluidos biológicos.

Pretratamiento de la muestra.

El pretratamiento de las muestras suele ser el paso más importante ya que es el que más tiempo consume en el procedimiento analítico.

La orina y la sangre son matrices complejas que contienen muchos cientos de sustancias naturales. Además, los PED suelen estar presentes en **niveles muy bajos**.

Los principales objetivos del pretratamiento de muestras son 1) **aumentar la selectividad**, esto se logra eliminando el mayor número de **posibles interferentes** y 2) **aumentar la sensibilidad**, para ello se efectúa la **preconcentración** de la muestra antes de la etapa de medición (por ejemplo, 10-20 mL de orina reducida a unos pocos microlitros para la medición).



Detección de analitos.

El **método de análisis** utilizado para la detección de analitos **depende del tipo de PED** que se está buscando. Por ejemplo, la lista de sustancias prohibidas de la AMA contiene unos 60-70 ejemplos

de esteroides exógenos, que tienen estructuras similares. Es probable que estas sustancias se utilicen en el entrenamiento y que estén presentes en **bajas concentraciones** en la orina, por lo tanto, deberán utilizarse **ensayos más sensibles** y acordes a los valores esperados.

Por el contrario, otras clases de PED con similitudes estructurales, como los estimulantes y los diuréticos, son más eficaces cuando se usan en competición. Se espera que sus **concentraciones en orina sean elevadas** cuando se las someta a prueba durante la competición, lo que permite utilizar **instrumentos o ensayos de detección menos sensibles** que en el caso anterior.

Evaluación de datos.

La evaluación de los datos, que en última instancia dará lugar a un **resultado final positivo o negativo** acerca de la presencia de un PED, debe ajustarse a las estrictas normas establecidas por el organismo de control del dopaje.

La AMA posee un **protocolo detallado** de que método analítico debe utilizarse para la **identificación de cada tipo de sustancia** dependiendo de la concentración de ésta en el fluido biológico.

Factores atenuantes: Antes de tomar una determinación definitiva sobre si se debe informar un **resultado adverso AAF** (en inglés, adverse analytical finding), se **considerarán los factores** que



podieron haber afectado el método analítico para la determinación del PED.

Por ejemplo: Los atletas pueden tener una ***necesidad médica legítima*** de una sustancia prohibida PED. En este caso, una AAF ***no constituirá una infracción, ni dará lugar a una sanción***, siempre que el deportista haya obtenido una **autorización de uso terapéutico (AUT)** para la sustancia prohibida. La AMA tiene reglas

estrictas que rigen la concesión de AUT para reducir la posibilidad de su mal uso.

Algunos ejemplos de drogas que los deportistas pueden utilizar con las AUT son los corticoesteroides orales para el asma grave; los diuréticos para las afecciones renales; los estimulantes para el trastorno de la hiperactividad de la atención (TDAH) y la narcolepsia y la insulina para la diabetes de tipo 1.

Notificación de los resultados.

En el caso de un AAF (resultado adverso o positivo para un PED) de un laboratorio acreditado por la AMA, **el resultado se comunicaría al cliente**, es decir, al Comité Olímpico Internacional, **que envió la muestra al laboratorio**. Estos informes son extensos e incluyen documentación sobre la custodia de las muestras, los resultados de pruebas de analitos específicos y de normas apropiadas para garantizar que el instrumento funcionaba correctamente y que los métodos analíticos se emplearon correctamente.



Medidas tomadas en función de los resultados.

Cuando se informa de una AAF al comité organizador de un evento, éste puede decidir **sancionar al deportista** de acuerdo con las normas establecidas para el deporte.

Para los asociados a la AMA, la sanción por una primera infracción es normalmente una prohibición de dos años de competencia y la posible pérdida del dinero del premio y el reconocimiento del campeonato. Si el deportista ha sido sancionado

anteriormente, las sanciones posteriores son mucho más fuertes. Un deportista puede **apelar una sanción** y si esa apelación es denegada, puede llevar su caso al Tribunal de Arbitraje Deportivo (TAS), que tiene su sede en Suiza. La decisión del TAS es definitiva.

Un ejemplo sorprendente de este proceso es el caso del ciclista *Floyd Landis*, quien después de haber ganado las etapas del Tour de Francia de 2006, dio positivo en la prueba de testosterona externa. Como atleta americano, *Landis* tenía derecho a apelar a la Asociación Americana de Arbitraje (AAA). Un panel de revisión de la AAA consideró su apelación, así como el testimonio de USADA defendiendo la acusación de dopaje. En septiembre de 2007, se denegó la apelación y la Unión Ciclista Internacional (UCI) despojó a *Landis* del título del Tour y le prohibió practicar el deporte durante dos años. *Landis* apeló posteriormente al TAS para que revocara la sanción, pero la apelación fue nuevamente denegada en junio de 2008.

En mayo de 2010, *Landis* admitió el uso de PED durante su carrera de ciclista profesional.



Referencias:

1. Werner, T. C. The "Anatomy" of a Performance- Enhancing Drug Test in Sports, *J. Chem. Educ.* 2012, **89**, 624-628
2. Harrison, C. R. Role of Capillary Electrophoresis in the Fight Against Doping in Sports, *Anal. Chem.* 2013, **85**, 6982- 6987