

## Clenbuterol y sus Riesgos en el Deporte.

Ernesto Garzón-Sánchez\*  
Samuel Hernández-Lira\*  
Ulises Reyes-Hernández\*  
Idalia Hernández-Lira\*  
Diana Reyes-Hernández\*  
Katy Lizeth Reyes-Hernández\*  
Ulises Reyes-Gómez\*\*\*  
Alberto Baylon-Hernández\*\*

### RESUMEN

Debido a sus efectos finales (incremento de la masa muscular y reducción grasa) el clenbuterol es utilizado por atletas y fisicoconstructivistas como un agente anabólico. De acuerdo a las normas de la agencia Mundial Antidoping, los agonistas B2 en general se encuentran proscritos en los deportes. El presente artículo es una revisión general sobre su impacto a la salud, sus efectos adversos y su toxicidad. Los médicos que atienden adolescentes que realizan fisico constructivismo o ciclismo de ruta o de montaña, deberán tener el conocimiento básico de los riesgos que implican el clenbuterol cuando es empleado como agente anabólico y su repercusión a la salud.

**Palabras Clave:** Adolescentes, clenbuterol, doping, riesgo deportivo, toxicidad.

### ABSTRACT

Due to their late effects (increased muscle mass and reducing fat) clenbuterol is used by athletes and bodybuilders as an anabolic agent. According to the rules of the World Anti-Doping Agency, the B2 agonists in general are banned in sports. This article is an overview of its impact on health, adverse effects and toxicity.

The doctors that treating teenagers who do body build in gorroad cycling or mountain, must have the basic knowledge of the risks involved clenbuterol when employed as ananabolic agent and its impact on health.

**Key Words:** Adolescents, clenbuterol, doping, sportsrisk, toxicity.

\* Unidad de Investigación Pediátrica, Instituto San Rafael, San Luis Potosí.

\*\* Asesor Médico Equipo de Ciclismo Clínica Diana Bailón, Oaxaca.

\*\*\* Departamento de Investigación, Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Correspondencia: Dr Ulises Reyes Gomez, reyes\_gu@yahoo.com.mx, Dirección Medica Clínica Diana de Especialidades, Simbolos Patrios 747 Col Agraria, Oaxaca. Telefax ( 01 95151) 43690.

## INTRODUCCIÓN

La epidemia que implica la obesidad en el mundo como el problema más grave de Salud Pública nos sitúa en diversos contextos y diversas acciones básicas para su contención. Dentro de estas la alimentación y el ejercicio son los pilares básicos en que se solventa su tratamiento sobre todo en el área pediátrica<sup>1</sup>. En ese sentido el médico de primer contacto deberá conocer los principios básicos que rigen el ejercicio, así como los riesgos expuestos sobre todo los adolescentes y sus padres cuando por desconocimientos ponen en riesgo a la salud de los mismos, cuando utilizan eritropoyetina recombinante, bebidas “energizantes” y anabólicos<sup>2,3</sup>.

El Clenbuterol es una sustancia que pertenece al grupo de los agonistas  $\beta_2$  adrenérgicos, utilizado como broncodilatador en humanos, durante afecciones pulmonares, sin embargo en la actualidad es utilizado como anabólico, ya que aumenta la masa corporal a través de mecanismo de glucogenólisis, glucólisis, degrada la grasa y acumula nitrógenos, para formar aminoácidos y de allí formar estructuras celulares que darán origen al músculo esquelético; considerado como un verdadero repartidor de energía, cuando el clenbuterol se da en grandes cantidades produce inflamación de la arquitectura hepática y de los conductos biliares, con frecuencia de carácter crónico y acompañada de trastornos nutritivos. Su uso se encuentra ampliamente extendido entre ganaderos debido a los beneficios obtenidos en el proceso de engorda, sin embargo se requieren altas dosis, por lo que los residuos representan un peligro para los consumidores de carnes, que pueden presentar serias intoxicaciones<sup>4</sup>.

Los residuos de Clenbuterol pueden afectar la función cardio pulmonar en seres humanos que ingieren carne o hígado de animales que les han administrado Clenbuterol. Normalmente se puede encontrar como hidrocloreuro de Clenbuterol. El nombre comercial comúnmente empleado es Ventipulmin el cual puede ser administrado vía oral o intravenosa. Aunque también se utiliza para tratar problemas cardíacos y se piensa que en el futuro será la solución para las complicaciones de los trasplantes de corazón, regenerando las células de dicho órgano. Esto deja en claro que, dependiendo de la dosis, el producto puede ser benéfico o perjudicial para el hombre. Cuando se trata de condiciones cardíacas muy graves, en las que se dan fallas del corazón, la presión sanguínea baja tanto que puede haber complicaciones en los riñones. En estos casos, el Clenbuterol es utilizado para fortalecer el corazón. Esta droga fue desarrollada en Alemania y es utilizada en Inglaterra; sin embargo, su uso no se ha aprobado en Estados Unidos.

Análogamente un complemento alimenticio puede

contribuir al aumento de peso si en su composición contiene aminoácidos, los cuales son monómeros de cadenas de proteínas necesarias para el desarrollo muscular. Se mencionan algunos de los efectos secundarios del Clenbuterol en el cuerpo humano, tales como: Taquicardia, nerviosismo, cefalea, náuseas, vómito y dolores musculares generalizados.

Tradicionalmente, el Clenbuterol se ha utilizado para aumentar el peso del ganado bovino. Sin embargo éste es tóxico para los humanos, si no se sabe la dosis y no se toma bajo una regulación médica. Por esta razón, el ingerir carne de res proveniente de un establo donde se crían vacas con Clenbuterol resulta peligroso para el hombre, ya que podría presentarse una sobredosis<sup>5</sup>.

### *Farmacocinética*

La dosis recomendada es de 10 a 20  $\mu\text{g}$ , dos veces al día. Después de la administración de esta dosis ocurre una absorción completa del medicamento, se alcanzan niveles plasmáticos máximos al cabo de 2-3 horas después de su administración y equivalen aproximadamente a 0.17 mg de clorhidrato de clenbuterol. Su distribución hacia la circulación es rápida. Se fija en un 50% a las proteínas plasmáticas y su eliminación a partir del plasma se caracteriza por dos curvas exponenciales con diferentes gradientes: el primero es pronunciado con una vida media de 1-1.5 horas y corresponde a la distribución tisular, mientras que el segundo correspondiente a la curva inferior, tiene una vida media de 35 horas y se debe a la eliminación renal; 87% de la dosis se excreta por vía urinaria durante un periodo aproximadamente de 86 horas después de su administración. Extrapolando el tiempo de eliminación puede considerarse que prácticamente 100% se elimina por vía urinaria. Mediante la administración de dosis múltiples, 75% de la sustancia original permanece inalterada y sólo una pequeña fracción se metaboliza.

El clenbuterol es un agonista  $\beta$ -adrenérgico que interactúa con los receptores adrenérgicos  $\beta_1$  en corazón, con los  $\beta_2$  que se localizan en el músculo liso bronquial, músculo esquelético y con los  $\beta_3$  localizados en músculo esquelético y tejido graso. La activación de los receptores adrenérgicos  $\beta_1$  localizados en el corazón (miocardio, células marcapaso y tejidos de conducción) producen incremento de la frecuencia cardíaca, fuerza de contracción y velocidad de conducción. La estimulación de los receptores  $\beta_2$  del músculo liso arterial, músculo esquelético y corazón producen vasodilatación arterial en músculo y lecho coronario, el resultado de esta vasodilatación es el incremento y redistribución del flujo sanguíneo y reducción en la presión arterial diastólica, que por mecanismos reflejo causa taquicardia. En el músculo liso bronquial la estimulación de los receptores  $\beta_2$  produce relajación al igual que en el músculo liso

gastrointestinal y detrusor en la vejiga. En el músculo estriado la estimulación de los mismos en la fibra muscular produce temblor muscular. Conociendo los efectos de la estimulación de los receptores adrenérgicos en los diversos órganos y tejidos podemos inferir los cambios que se presentan en los casos de intoxicación por clenbuterol<sup>6</sup>.

### ***Clenbuterol y su comercio***

Los efectos anabólicos del clenbuterol, se han utilizado en forma ilícita para incrementar la producción de carne en diversas especies animales, además del ganado vacuno, como lo son cerdos, cabras, ovejas y pollos, en los cuales produce crecimiento muscular, ganancia de peso y disminución de la masa grasa. El fármaco se acumula en el hígado y en menor grado en el músculo. El hallazgo de cualquier residuo de agonistas  $\beta$ -adrenérgicos en el ganado destinado a consumo humano se considera una violación a las directivas establecidas tanto en la Unión Europea como en América del Norte.

En México se emitió la Norma Oficial Mexicana NOM061-ZOO-1999, que prohíbe su empleo en el país. En esta norma se mencionan los métodos analíticos para realizar la identificación del clenbuterol cuando se sospecha caso de intoxicación<sup>7</sup>.

Estos estudios son: Ensayo inmuno enzimático (cualitativo), cromatografía de gases y cromatografía de líquidos de alta resolución.

Los sitios de muestreo son: Hígado, globo ocular y pelo.

El diagnóstico es clínico considerando los signos y síntomas de activación simpática, que incluyen: Cefalea, náusea, vómito, ansiedad, temblor grueso de extremidades, palpitations, taquicardia e hipertensión.

### ***Clenbuterol y doping***

La Agencia Mundial Antidoping WADA (por sus siglas en inglés) define el Doping como la violación de una o más de las reglas anti-doping, entre las que destacan: la presencia de una sustancia prohibida o sus metabolitos o marcadores en una muestra del atleta; el uso o el intento de uso de una sustancia o método prohibido; manipulación o intento de manipulación en cualquier parte del proceso de control de doping, la posesión de sustancias o métodos prohibidos. Se ha reportado una incidencia aproximada del 0.4% en los principales eventos y asociaciones deportivas a nivel mundial (Juegos Olímpicos, FIFA). La mayoría de resultados positivos son debidos a positividad a cocaína y marihuana, y su incidencia va en incremento. Los suplementos nutricionales pueden ser la causa de positividad en el control antidoping, ya que algunos contienen sustancias prohibidas sin estar documentadas

en su etiqueta informativa. La WADA, señala que esta situación en el deporte es el resultado de la combinación de factores individuales, culturales, sociales y psicológicos. La prevención debe ser basada en un claro entendimiento de la compleja naturaleza del problema y del uso adecuado de las múltiples estrategias necesarias para evitarse exitosamente<sup>8</sup>.

Debido a sus efectos finales (incremento de la masa muscular y reducción grasa) es utilizado por atletas y fisico-constructivistas como un agente anabólico, típicamente en dosis de 60 a 160 mg al día. Recientemente, el clenbuterol ha sido utilizado también con el objetivo de pérdida de peso. De acuerdo a las normas de la agencia Mundial Antidoping, los agonistas  $\beta_2$  en general se encuentran proscritos en deportes. Adicionalmente el clenbuterol es clasificado como agente anabólico. Debido a su disponibilidad como droga de uso médico, y su popularidad entre fisico-constructivistas, es de adquisición relativamente fácil a través de internet, lícita o ilícitamente, en formulaciones variadas<sup>9</sup>.

Los residuos de clenbuterol son detectables, y las metodologías más difundidas son técnicas de cromatografía líquida y cromatografía gaseosa con detección por espectroscopía de masas, o técnicas inmunológicas como ELISA y RIA. Con la administración continua, el clenbuterol se incorpora a las fibras del cabello, durante el crecimiento del mismo. El análisis de éste demuestra exposición repetitiva a estos compuestos anabólicos y se sugiere que complementa al análisis urinario en el control de doping<sup>10</sup>.

### ***Efectos adversos e Intoxicación por clenbuterol***

La ingesta crónica de los agonistas, se ha demostrado que es tóxica para el corazón. Ha sido reportada muerte súbita relacionada con el ejercicio con el uso prolongado del clenbuterol. Por otro lado, la intoxicación aguda con este agente se ha observado por la ingesta de carne contaminada con clenbuterol.

En México del 2002 al 2006 se han registrado 192 brotes de intoxicación por clenbuterol con un total de 1300 casos sin presentar hasta el momento defunciones. La toxicidad clínica es debida al consumo de carne contaminada, uso ilícito por fisico-constructivistas y exposición a heroína alterada. Se ha asociado también a daño miocárdico, principalmente de tipo isquémico y al desarrollo de Edema Agudo Pulmonar. Se encuentra documentado un caso de Infarto Miocárdico asociado al uso de clenbuterol en un adolescente fisico-constructivista<sup>11</sup>.

La toxicidad aguda asemeja a otros  $\beta_2$  agonistas. El periodo de latencia abarca de 30 minutos a seis horas, siendo las manifestaciones clínicas principales: Taquicardia, hipertensión, mialgias, palpitations,

nerviosismo, temblores, cefalea, diaforesis, insomnio, espasmos musculares y náusea. Se documenta también en forma transitoria elevación del K sérico, hipoglucemia y acidosis láctica. La duración media del cuadro es de 40 horas. Sus efectos inotrópicos y cronotrópicos positivos generan preocupación por el potencial daño miocárdico. Se han documentado además arritmias como fibrilación auricular. Los casos sospechosos de intoxicación requieren vigilancia médica por el riesgo de presentarse complicaciones cardiovasculares, aunque generalmente su evolución es benigna.

En los casos de intoxicación se detecta en orina y sangre dentro de las primeras 48 horas, por cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPCL), así como también en animales y alimentos sospechosos. Este corto periodo de permanencia de la sustancia en el organismo hace difícil su detección. No hay un valor mínimo en la determinación que pueda considerarse seguro, y normalmente debe estar ausente en el alimento a consumir. Los antagonistas Beta han sido usados exitosamente para el tratamiento de la taquicardia y las palpitaciones en casos aislados de intoxicación por clenbuterol. Estos se encuentran contraindicados en la intoxicación aguda por cocaína<sup>12</sup>.

En los últimos años se ha observado un incremento en la incidencia de intoxicación por clenbuterol, en parte por el fortalecimiento en la notificación de la enfermedad y por la sospecha de esta entidad en un mayor número de médicos de primer contacto, lo que hace que menos pacientes se queden sin diagnóstico. El diagnóstico de esta enfermedad está basado en la sospecha clínica en presencia de ingesta inmediata de vísceras de res (hígado, principalmente), junto con los signos y síntomas de activación simpática. El manejo integral de este padecimiento requiere de una total coordinación entre los responsables de la salud humana y animal, que permitirá limitar los daños producidos por la ingesta advertida e inadvertida de esta sustancia.

Tenemos el caso de Alberto Contador ciclista

español de alto rendimiento quien dio positivo en sangre (1 pg/mL) y orina (50 pg/mL) a clenbuterol, alegando como causa la ingesta de carne contaminada. Todo esto en el contexto del Tour de Francia 2010<sup>13</sup>. Ante la imposibilidad en su defensa de demostrar la contaminación cárnica fue sancionado económicamente y penalizado dos años fuera de competición, siendo desprovisto del título<sup>14</sup>. Secundariamente se realizaron diversas investigaciones las cuales concluyeron que la ingesta de carne de ternera contaminada era la menos probable de las posibilidades, en cuanto a la posible intoxicación por un suplemento alimenticio contaminado con el  $\beta$ -agonista resulta más probable que la posibilidad anterior, no obstante también podría descartarse porque a ninguno de los compañeros de equipo del ciclista se le detectó dicha sustancia en los análisis rutinarios, por lo que se concluyó con la hipótesis de dopaje con clenbuterol<sup>15,16</sup>.

## CONCLUSIONES

Los efectos anabólicos del clenbuterol sobre la masa muscular y la grasa corporal han favorecido su uso ilegal en la alimentación animal. Sin embargo también es utilizado actualmente como suplemento para deportistas y físico-constructivistas por la disminución de la grasa corporal y crecimiento de la masa muscular en menor tiempo, causando complicaciones graves a largo plazo por el uso indiscriminado, pudiendo de esta manera causar intoxicaciones evidenciándose por un cuadro clínico de estimulación adrenérgica. Al igual es necesario regular el uso del clenbuterol en el deporte, difundiendo las graves consecuencias que esto puede traer a corto y largo plazo, ya que la mayoría de veces es utilizada indiscriminadamente desconociéndose los efectos a largo plazo, fin ultimo que perseguimos en esta pequeña revisión.

Conflicto de interes: Ninguno, Financiamiento: Ninguno.

## REFERENCIAS

- 1.- Perea MA, Ballesteros del OJ, Cetina SG, López NG, Reyes GU, Loredó AA. y cols Propuesta de la Academia Mexicana de Pediatría para la Prevención y tratamiento de la Obesidad en Niños. 2014. Disponible en: <http://www.academiamexicanadepediatria.com.mx/>.
- 2.- Reyes GU, Gonzalez RC, Reyes HU, Reyes HD, Reyes HK, Bailón HA y cols. Eritropoyetina recombinante humana y dopaje, riesgo en adolescentes deportistas. Rev Mex Ped 2011; 78 (6): 242-6.
- 3.- Reyes GU, García RA, Santamaría AC, Gutierrez OH, Garzón SE. Muerte súbita por bebida “energizante”, en un adolescente deportista: reporte de caso Rev Mex Atn Prim Salud 2015; 4 (1): rme.
- 4.- Marban AE, López JF. Intoxicación alimentaria por clenbuterol. Rev Sanid Milit Mex 2011; 65(3) May-Jun: 121-4.
- 5.- Caicedo RR, Paz-Calderón M, Badillo MS. Clenbuterol (B2-Agonista Adrenérgico), Enmascara Las Patologías Hepáticas En Bovinos. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal-AICA, 2011.
- 6.- Sotomayor R, Pérez P, Ortiz N, Gutiérrez A. Alternativa al uso del Clenbuterol para la engorda de Animales. Mayo

2007. [Consultado 10 diciembre 2015]. Disponible en: [http://acmor.org.mx/sites/default/files/Proyecto\\_Alternativa.pdf](http://acmor.org.mx/sites/default/files/Proyecto_Alternativa.pdf).
- 7.- NOM-061-ZOO-1999. Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; 1999.
- 8.- Athlete Guide to the 2015 Prohibited List. [Consultado 27 noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.usada.org/substances/prohibited-list/athlete-guide>.
- 9.- WADA Agencia mundial antidopaje: listado de sustancias y metodos prohibidos 2015. *ISDeSports Magazine*, 2014;6,(23).
- 10.- Parr, Maria K.; Opfermann, Georg; SCHÄNZER, Wilhelm. Analytical methods for the detection of clenbuterol. *Bioanalysis*, 2009;1(2) 437-50.
- 11.- Kierzkowska B, Stanczyk J, Kasprzak J. Myocardial infarction in a 17-year-old body builder using clenbuterol. *Circulation Journal*, 2005;69, (9), 1144-6.
- 12.- SumanolH, Ocampo CL, Gutiérrez OL. Clenbuterol y otros b-agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Vet Mex* 2002; 33 (2) 137-59.
- 13.- Court of arbitration for sport 2012-last update, CAS 2011/A/2384 UCI v. Alberto Contador Velasco & RFEC CAS 2011/A/2386 WADA v. Alberto Contador Velasco & RFEC. [Consultado 1 diciembre 2015]. Disponible en : <https://wada-mainprod.s3.amazonaws.com/resources/files/cas-2011-a-2384-contador.pdf>.
- 14.- Contador atribuye su positivo a un “claro caso de contaminación alimentaria”. *El País*. 30 de septiembre de 2010. [Consultado: 10 diciembre 2015]. Disponible en: [http://deportes.elpais.com/deportes/2010/09/30/actualidad/1285831312\\_850215.html](http://deportes.elpais.com/deportes/2010/09/30/actualidad/1285831312_850215.html).
- 15.- Santos EB. Dopaje con clenbuterol: ¿es posible la contaminación con carne en el “Caso del ciclista Alberto Contador”? *Act en Farm y Terap*, 2013; 11; (2) 73-9.
- 16.- Garai J. 2011-last update, El positivo por clenbuterol que nadie quiere reconocer. [Consultado 10 diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.marca.com/2011/11/28/ciclismo/1322487253.html>.