



# CIENCIA & SALUD

INTEGRANDO CONOCIMIENTOS



**JUNIO - JULIO 2019**  
**REVISTA BIMESTRAL**



# CRÉDITOS

## Directora Fundadora y Editora

Lic. Guiselle D 'Avanzo Navarro  
Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), San José, Costa Rica

**Diseño:** Lic. Wilmar Avendaño Morera.

**Revisión Filológica:** Esteban Piedra Sandoval.

**Encargada de sistemas:** Lic. Guiselle D'Avanzo Navarro

## Asistente de sistema y Revisión de Estilo:

Lic. Juan José Morales Valverde

## Comité Editorial

Lic. Guiselle D 'Avanzo Navarro, Fundadora y editora,  
Universidad de Ciencia Médicas (UCIMED).San José,  
Costa Rica

Dra. Virginia Céspedes, Vicerrectora de la Universidad  
de Ciencia Médicas (UCIMED).San José, Costa Rica

Ing. Luis Diego Gene, Master en Bioingeniería en la  
Universidad de RICE Houston, Microtec, Costa Rica.

Ing. Natasha Overbo, Head of QA/RA EPD Solutions,  
Philips Medical Systems Nederland, Minesota EEUU.

Dra. Anabel Alfaro Obando, Médico especialista  
en medicina Interna, Medicina de Emergencias y  
Epidemiología. Consultora en arbovirosis de la OPS/  
OMS, San José, Costa Rica

## Comité Científico

Dr. Carlos Siri, Medicina, Decano de Medicina de la  
Universidad de Ciencia Médicas (UCIMED). San José,  
Costa Rica

Dra. Natalia Bastos, Decana de Farmacia, Universidad  
de Ciencia Médicas (UCIMED),San José, Costa Rica

MSc. Mario Chacón Vargas, Director de Ciencias  
Básicas, Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED),  
San José, Costa Rica.

Dr. Julio Mora, Microbiología, Decano de Microbiología,  
Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED),San José,  
Costa Rica

Lic. Geovanny Garita, Fisioterapia, Decano de  
Fisioterapia, Universidad de Ciencias Médicas  
(UCIMED), Costa Rica

Dr. Oscar Cerdas, Decano de Posgrados,Universidad de  
Ciencias Médicas (UCIMED),Costa Rica, Especialista  
en Ginecología y obstetricia.

# INDICE



**FARMACIA**



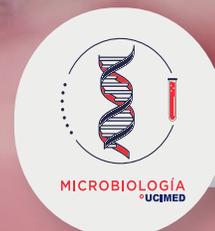
**MEDICINA**



**NUTRICIÓN**



**FISIOTERAPIA**



**MICROBIOLOGÍA**

Requisitos para implementación de un servicio farmacéutico de preparaciones magistrales

02

Cambios en la presión arterial media y frecuencia cardiaca según las diferentes posiciones del manguito con respecto a la línea media longitudinal del cuerpo

10

Nutrigenómica y nutrigenética: El futuro de la nutrición

16

Lesiones de Labrum de cadera en el deportista.

18

Ocratoxina A en el café.

22

# Requisitos Básicos para la Implementación de un servicio Farmacéutico de Preparaciones Magistrales

Basic requirements for the implementation of a pharmaceutical compounding service.

Pág. 2-9

Dr. Luis Carlos Monge Bogantes<sup>1</sup> MSc  
Mauricio Abel Chavarria<sup>2</sup>

Recibido: 15-05-19

Aceptado: 10-06-19

1- Farmacéutico, docente universitario, Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) San José, Costa Rica

## Resumen:

Las preparaciones magistrales de formulaciones no estériles son de las más comunes que se conocen y establecidas por muchos regímenes y órganos del ámbito farmacéutico a nivel global. En este artículo se guiará a los lectores por los principios fundamentales de las preparaciones magistrales de fórmulas no estériles, lo cual es de suma importancia para iniciar con conocimientos en el entorno de las ciencias farmacéuticas que conlleva muchas responsabilidades con el fin del bienestar de las y los usuarios de los medicamentos magistrales que necesitan de la ayuda de las y los farmacéuticos.

## Palabras claves:

Farmacia, Fórmulas no estériles, Preparaciones magistrales, medicamentos no estériles.

## Abstract:

Compounding of non-sterile formulations are among the most common that are known and established by many regimens and organs of the pharmaceutical field at a global level. In this article the readers will be guided by the fundamental principles of the masterful preparations of non-sterile formulas, which is of the utmost importance to start with knowledge in

the pharmaceutical sciences environment that entails many responsibilities for the welfare of the users of the master drugs that need the help of the pharmacists.

**Keywords:** Pharmacy, compounding, non-sterile formula, non-sterile medication.

El presente artículo, describe la información sobre la implementación de Preparaciones Magistrales en los términos de No estériles y, con el fin de obtener una síntesis de la mejor información, métodos, prácticas y ensayos sobre lo más requerido para estudiantes y profesionales en farmacia, docentes o personas interesadas en las ciencias farmacéuticas para que obtengan un amplio conocimiento sobre dichas formulaciones. Cabe destacar que la información obtenida de referencia ha sido indagada profundamente por artículos y documentos de gran calidad, que contiene bastante información válida sobre las preparaciones magistrales de formulación no estériles.

Conceptos de formulaciones no estériles: es una preparación farmacéutica que se puede formular y elaborar en condiciones ambientales controladas, pero no estériles.

Descripción de categorías de preparaciones magistrales No estériles:



- Simple: Categoría que contiene descripciones de las preparaciones magistrales en una Farmacopea, o que contenga información de un artículo de una publicación de referencia que abarca equipo preparación, procedimiento, FLU (Fecha de Límite de Uso), datos de estabilidad de cada formulación, manejo de productos comerciales farmacéuticos y otros ámbitos.

- Moderada: Fabricación de una preparación farmacéutica que necesite de cálculos o métodos especiales para evaluar las cantidades de componentes de cada preparación y cada unidad de dosificación, también se puede calcular para preparaciones que no tengan datos de estabilidad para su formulación específica respectiva.

- Compleja: Es la preparación que se elabora con requerimientos de capacitación, instalaciones, equipo, procedimientos especiales y las áreas de trabajo en que se elaboran las preparaciones, todo con el fin de asegurar los resultados terapéuticos adecuados. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

- Responsabilidades del Preparador: El profesional farmacéutico debidamente certificado que elabora las preparaciones tiene una gran responsabilidad en tener sus preparaciones magistrales con calidad, seguro y eficacia. Tiene otras responsabilidades que son dispensar la preparación finalizada, con su respectivo etiquetado, envasado, conforme a los requisitos escritos por agencias estatales, legislaciones nacionales e internacionales.

Los profesionales en farmacia que elaboren las preparaciones magistrales, de medicamentos, deben tener una competencia en sus trabajos, además de desarrollar más sus conocimientos

sobre sus ámbitos de ejercicio laboral. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

**Principios Generales de Preparación Magistral de formulación No estéril:**

- El personal debe estar obligatoriamente capacitado, la capacitación debe estar documentada.
- Los elementos de las sustancias o ingredientes de la preparación magistral deben tener su identidad del producto, calidad asegurada, pureza, almacenamiento seguro y que todos los productos y la información se obtenga de compañías confiables.
- Examinación de los apartados de la prescripción médica, su información debe estar completa y ser legible.
- Todos los instrumentos deben estar sanitizados, limpios, y que requieran de un buen mantenimiento adecuado.
- En entorno donde se realiza la preparación magistral debe ser seguro y limpio, especialmente cuando se elabora preparaciones de fármacos.
- Solo puede elaborar el personal autorizado en las operaciones de preparación.
- Se debe examinar todos los datos de identificación de la preparación magistral, datos del paciente de manera legible en la etiqueta que trae la preparación. (Solís, 2018).

**Formas farmacéuticas No estériles:**

Son preparaciones que permiten la mínima presencia de microorganismos como bacterias, conforme señale las restricciones y limitaciones de la farmacopea que se diseñan, formulan y producen para uso de vía oral u tópica. A continuación, se obtiene un cuadro de las formas farmacéuticas y sus tipos:

Forma Farmacéutica:	Tipo de forma farmacéutica:
Sólido orales	Grageas, Comprimidos y cápsulas
Semisólidos	Cremas, ungüentos, supositorios y óvulos
Líquidos	Jarabes, suspensiones y gotas.

Tabla 1. Formas farmacéuticas y su tipo, (Solís, 2018).



## 1. Criterios para Elaboración de una Preparación Magistral para cada Fármaco:

- Revisión de las dosis, la seguridad y el uso previsto de la preparación en términos:
  - Propiedades químicas y físicas de los componentes.
  - Forma farmacéutica.
  - Usoterapéutica y vía de administración (incluyendo disposición biológica local y sistémica).
  - Limitaciones legales, en el caso de hallarse.
- Crear Registro Maestro de formulación.
- Ingredientes deben tener identidad, calidad y pureza esperadas.
- Preparaciones magistrales se elabora en área limpia y sanitizada.
- Seleccionar el equipo de preparación magistral adecuado para cada preparación.
- Establece FLU (Fecha de Límite de Uso) indicada en el etiquetado.
- Personal de trabajo con higiene y vestimenta adecuada para preparaciones magistrales.
- La preparación se elabora con información y datos científicos.
- El farmacéutico formulador verifica y pone atención a procesos críticos.
- La preparación final se evalúa con factores del peso, potencia, mezclado, olor, color, claridad, consistencia, pH y análisis analíticos. La información se coloca en el Registro de Preparación Magistral.
- La preparación se envasa según la sección de Envases de Preparaciones Magistrales.
- El envase de preparación se etiqueta conforme a las legislaciones estatales y federales aplicables. El etiquetado debe decir “Ésta es una preparación magistral.”
- El preparador debe revisar el RMF (Registro Maestro de Formulación) y RPM (Registro de Preparación Magistral) para asegurar que no exista algún error.
- La preparación se entrega al paciente o proveedor de cuidados y precauciones con la consulta farmacéutica adecuada. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

## 2. Instalaciones de Preparación Magistral:

Las instalaciones de preparación magistral tienen que contener un área apropiada, determinando el

diseño para preparar cada prescripción y forma farmacéutica no estéril específica. Todos los artefactos e instrumentos deben estar colocados en orden para prevenir confusiones (envases, ingredientes, etiquetas, materiales en proceso y producto terminado). Las áreas de preparaciones estériles deben estar separadas y ser diferentes a las preparaciones de no estériles. Otros requisitos importantes son el proveer agua potable calidad USP en el lavado de mano y equipo, un sistema de cañería que debe estar libre de alguna irregularidad que pueda provocar la contaminación en el área de preparaciones magistrales, se debe tener una excelente iluminación, también se debe tener un sistema de calefacción y ventilación aislados del resto del área para evitar la contaminación y descomposición de los productos, se debe monitorear la humedad, presión y temperatura según requiera cada producto (no mayor a 25 grados centígrados en nuestro país).

Los fármacos peligrosos deben almacenarse, distribuirse y prepararse por profesionales farmacéuticos debidamente capacitados para estos casos de condiciones de trabajo de alto riesgo, todo con el fin de manipular correctamente los fármacos peligrosos y proteger la seguridad de los trabajadores y los pacientes. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

## 3. Equipo de Elaboración de las preparaciones magistrales:

Los artefactos e instrumentos usados deben tener un tipo de diseño y uso adecuado, para no afectar a la pureza de los ingredientes y productos de modo que el equipo y los ingredientes no reaccionen, no adicione ni absorban a dichos productos.

También el equipo debe estar almacenado, y mantenerse limpio por un personal de limpieza debidamente entrenado. Los equipos automatizados ya sean mecánicos, electrónicos u otros tipos deben ser inspeccionados constantemente para que no existan fallas en sus funciones.



**Ilustración 1. Equipo y artefactos del laboratorio en fórmulas no estériles. (PCE- Ibéricas, s.f.)**



**Ilustración 2. Pasillo de laboratorio de formulaciones no estériles. (Cuben, s.f.)**

#### 4. Manejo y distribución de los componentes:

- Se aconseja verificar la calidad de una sustancia en una Farmacopea de su respectiva región.
- Los elaboradores de componentes, deben usar sustancia fabricadas en una institución registrada de administración y verificación de medicamentos como es la FDA (Food and Drug Administration).
- Las preparaciones magistrales oficiales se preparan de ingredientes individuales de calidad y que cumplan los requisitos de la monografía oficial, se pueden etiquetar con siglas USP o NF según corresponda.
- Cuando la preparación tiene fines de uso nutricional o dietéticos, el preparador debe cumplir con los requisitos legales.
- Las elaboraciones de preparaciones magistrales en humanos, el preparador debe consultar la lista de componentes extraído del mercado de una institución segura de administración y elaboración de medicamentos como el caso de la FDA (Food and Drug Administration) por razones de seguridad de los productos, en caso de elaboración de preparaciones magistrales en Animales con lo que se producen alimentos, el preparador debe consultar la lista de restricciones de componentes para su uso animal, con lo que producen los alimentos.
- Todas las sustancias, fármacos y medicamentos deben almacenarse y distribuirse según diga las instrucciones de los preparadores de acuerdo a los requerimientos de la monografía USP, NF o FCC.

#### 5. Criterios de Estabilidad y designación de Fecha Límite de Uso

La FLU es la fecha en la cual la preparación no tiene que usarse más y se calcula por la elaboración del profesional farmacéutico que lo preparó. La FLU se determina según las consultas e información disponibles en documentos sobre su consistencia general y la parte de su fármaco específico, se debe considerar los siguientes factores:

- Naturaleza fármaco.
- Forma farmacéutica.
- Potencial de proliferación microbiana en su elaboración.
- El contenido de su envase.
- Condiciones y factores de almacenamiento.
- El tiempo pronosticado sobre el tratamiento.

Cuando se usan ingredientes de producto activo farmacéutico para una preparación no estéril, la fecha de expiración no se puede usar como el único factor para determinar una FLU, sino también el preparador debe referir información de estabilidad prescrita por el fabricante, para obtener información de su compatibilidad, estabilidad y degradación del componente, cabe destacar que toda la información debe estar interpretado en función con la formulación real. Siempre el farmacéutico debe visualizar si el medicamento elaborado tenga algún rasgo de inestabilidad durante su proceso de elaboración, almacenamiento, distribución, despacho y dispensación. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).



6. Envasado:

El profesional farmacéutico que elabora la preparación magistral, debe asegurar el cierre correcto de los envases usados de dicha preparación y de que estos cumplen los requisitos farmacopeicos USP. El proveedor de envases debe proporcionar la información del cumplimiento del envase con respecto a los criterios de calidad farmacopeicos USP. Siempre los envases deben permanecer limpios, alejados del piso o áreas de residuos y almacenarse en áreas limpias.

Los envases deben ser elaborados con material limpio con el objetivo de no alterar el contenido del material con su pureza, También se considera la relación envase-fármaco para sustancia con propiedades adsorbtivas. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

7. Documentación sobre la preparación magistral:

La documentación otorga al farmacéutico la oportunidad de evaluar, indagar y repetir los pasos durante el proceso de elaboración magistral, siempre cuando se requiera, y mantener una

adecuada trazabilidad en todo momento. Todos los profesionales en farmacia que dispensen una receta, deben cumplir con los reglamentos de manutención de registros de sus intervenciones y de las formulaciones magistrales que dispensen.

Es obligatorio que todos los documentos posean su definición, conceder la fecha actualizada de cada uno, tener un título de portada, la escritura debe ser legible, clara y objetiva, Es importante determinar los procedimientos operativos establecidos contenga la utilización, de mantenimiento y calificación de cada uno de los artefactos e instrumentos, la gestación y control de calidad de las preparaciones magistrales. Por último, la documentación debe ser certificada y analizada por el farmacéutico que esté a cargo. (Solís, 2018).

8. Comparación de Registro Maestro de Formulación y Registro de Preparación Magistral.

Los registros maestros y registros preparación magistral deben contener:

Registro Maestro de Formulación	Registro de Preparación Magistral
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre contenido y forma farmacéutica de la preparación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre oficial, contenido y dosis de la preparación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculos para determinar la cantidad componentes y sus dosis de ingredientes farmacéuticos activos, también describir los ingredientes y sus cantidades respectivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre y cantidades de los componentes, también se debe incluir las fuentes, número lotes y fecha caducidad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instrucciones de mezclado que debe incluir la temperatura de mezclado y orden de mezclado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de todos los profesionales que elaboraron todo el procesos de preparación magistral.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Información del etiquetado de la muestra que incluya: nombre genérico y cantidad concentración de cada ingrediente activo, FLU descrita, estándares de almacenamiento y con su numeración de prescripción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentación de cualquier incidente del control de calidad en la preparación magistral e incidentes del proveedor de información de cuidados del paciente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de la preparación final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fecha y FLU indicada.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos de control calidad con sus resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de la preparación magistral</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados del control de calidad.</li> </ul>

Tabla 2. Comparación de Registros Maestro Formulación y Registro de Preparación Magistral. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).



### 9. Control de Calidad:

El control de Calidad debe contener dentro de sus estándares la seguridad, calidad y desempeño de las preparaciones magistrales de forma correcta y eficaz sobre sus procedimientos utilizados en la preparación magistral. El profesional en farmacia debe verificar cada procedimiento que se realiza durante todo el transcurso del trabajo. Al final, el preparador debe observar y analizar la preparación terminada, también debe investigar cualquier discrepancia o error para poder corregir el fallo. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

### 10. Consejos al paciente:

Se debe instruir al paciente o su representante para informarles sobre el uso correcto del fármaco, también debe explicar sobre sus eventos adversos y cualquier caso si existe algún cambio físico que se pueda observar de la preparación magistral dispensada. El farmacéutico debe investigar y documentar cualquier incidente de la información que se relaciona con la preparación magistral y deberá resolverlo con estándares correctivos siguiendo los criterios de farmacovigilancia. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

### 11. Capacitación al profesional:

Todos los profesionales en farmacia deben estar instruidos con una implementación de un programa de capacitación y que se aplica constantemente. Los preparados deben ser evaluados al menos una vez en doce meses. Las capacitaciones contienen ciertas etapas que deben de realizar:

- Todos los trabajadores implicados en la preparación de fármacos deben leer e instruirse de los procedimientos de las preparaciones magistrales, que deban incluir la información de instalaciones, personal, informes de seguridad, equipo, información sobre las sustancias, envasado, almacenamiento y distribución.
- Todos los profesionales en farmacia que manipulen fármacos peligrosos, deben estar previamente capacitados en el mantenimiento, manipulación y desechos de dichos fármacos.
- Todos los procedimientos, datos de la preparación

magistral y cálculos deben ser documentados.

- El farmacéutico debe realizar una demostración de los procedimientos para los asistentes o técnicos para guiarlo e instruirlo durante el proceso de capacitación que siempre deberán estar bajo su supervisión directa. Luego el asistente o técnico deberá repetir los procedimientos sin ninguna ayuda del instructor. Cuando el regente farmacéutico esté satisfecho sobre los conocimientos del asistente o técnico, él o ella deberá firmar los registros de documentación que demuestran que el empleado recibió la capacitación.

- El farmacéutico debe monitorear constantemente al empleado durante el proceso de la preparación, asegurar que los cálculos estén correctos y que los procedimientos del empleado sean correctos, el preparador es el único responsable de la finalización de la preparación elaborada. (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

### 12. Preparaciones magistrales para pacientes animales:

El farmacéutico debe diferenciar la preparación magistral para animales y humanos, por ende, todos los profesionales en farmacia que preparen fármacos o alimentos para animales, deben obtener previos conocimientos sobre la regulación y aplicación de dichos fármacos en pacientes animales. Por la ley, los veterinarios tienen la obligación de proporcionar los cuidados a los animales con lo que se producen alimentos de retención de tejidos de animales tarados como la carne, leche y huevo, antes de ingresar en el suministro alimenticio humano. El uso de fármacos en animales está regulado por los gobiernos. El farmacéutico debe ser informado de las especies específicas en su capacidad fisiológica y metabólicas que pueden ser tóxicos cuando se utiliza algunos fármacos o excipientes en preparaciones magistrales. También otro reglamento describe que los veterinarios y farmacéuticos que elaboran preparaciones, deben estar informados sobre las legislaciones estatales y federales relacionado al uso de fármacos en animales como son la Food, Drug and Cosmetic Act (Ley de Alimentos, Fármacos y Cosméticos),



la Animal Drug Amendment (Enmienda sobre Fármacos en Animales) y la Compliance Policy Guideline for Compounding of Drugs for Use in Animal Patients (Guía sobre las Políticas de Preparación Magistral de Fármacos para su Uso en Pacientes Animales) de la FDA (Food and Drug Administration). (The United States Pharmacopeial Convention, 2017).

13. Recomendaciones principales en las elaboraciones no estériles:

- Es de suma importancia que las zonas de las preparaciones magistrales estén controladas y aseguradas de cualquier suciedad, en donde contengan una lista completa de todos los equipos que contiene dicha zona de preparación

- La vestimenta del personal debe incluir calzado que cubran todo el pie, bata de material libre de partículas, mascarilla, gorro y guantes, se debe siempre estar limpiando las manos con soluciones hidroalcohólicas.

- Es necesario que el laboratorio de la elaboración de los fármacos contenga equipo de lavado, jabones, detergente, desinfectantes, algodones y pañuelos de limpieza, ya que constantemente se usará muchos elementos de reactivos, sustancias y compuestos.

- La utilización de fármacos de alto riesgo que pueden ser bioinfeccioso o tóxico se debe utilizar tras la autorización del personal responsable del control de calidad. (Ministerio de Sanidad, Servicios sociales e Igualdad, 2014)

## Bibliografía

Cuben. (s.f.). Revestimiento para Paredes de Laboratorios. Obtenido de <https://cuben.mitiendanube.com/todos-los-productos/revestimiento-para-paredes-de-laboratorios/>

Ministerio de Sanidad, Servicios sociales e Igualdad. (junio de 2014). Guía de buenas prácticas de preparación de medicamentos en servicios de farmacia hospitalaria . Obtenido de [https://www.sefh.es/sefhpdfs/GuiaBPP\\_JUNIO\\_2014\\_VF.pdf](https://www.sefh.es/sefhpdfs/GuiaBPP_JUNIO_2014_VF.pdf)

PCE- Ibéricas. (s.f.). Estirificación (autolaves). Obtenido de <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/instrumentos-laboratorios/tecnica-esteril.htm>

Solís, J. (2018). Diseño Del Área De Farmacotecnia Para Fórmulas magistrales No estériles de Farmacia Hospital. Riobamba, Ecuador.

The United States Pharmacopeial Convention. (2017). Preparaciones Magistrales de Formulación No estériles. Rockville: The United States Pharmacopeial Convention.





# CAMBIOS EN LA PRESIÓN ARTERIAL MEDIA Y FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN LAS DIFERENTES POSICIONES DEL MANGUITO CON RESPECTO A LA LÍNEA MEDIA LONGITUDINAL DEL CUERPO

## CHANGES IN MEAN ARTERIAL PRESSURE AND HEART RATE ACCORDING TO THE DIFFERENT POSITIONS OF THE SLEEVE WITH RESPECT TO THE LONGITUDINAL MEDIAN LINE OF THE BODY

Pág. 10-15

Azofeifa-Delgado, V; Coronado-Ocampo, A; Maya-Cancino C; Ramírez-Vindas, V y Trejos-Chiulli, I.  
Estudiantes de Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), San José, Costa Rica

Recibido: 25-05-19

Aceptado: 03-06-19

### RESUMEN

La presión arterial media y la frecuencia cardiaca son parámetros que se ven afectados directamente por la posición del manguito con respecto a la línea media longitudinal del cuerpo. Ante las diferentes posiciones del manguito, la columna hidrostática y la gravedad afectan el retorno venoso, el cual es regulado por el barorreflejo. La presión arterial media aumenta cuando el manguito se encuentra colgando de la camilla y disminuye cuando el manguito se encuentra en una posición de 90° con respecto a la línea longitudinal del cuerpo ( $F= 6,48$ ;  $g.l= 2-39$ ;  $P= 0,0037$ ). La frecuencia cardiaca es igual independientemente de la posición del manguito ( $F= 0,60$ ;  $g.l= 2-39$ ;  $p= 0,55$ ). La posición del manguito tiene importancia clínica, ya que sin una posición correcta de este, la gravedad y la columna hidrostática van a afectar los valores tanto de la presión arterial media como la frecuencia cardiaca y consecuentemente, la valoración del paciente.

**PALABRAS CLAVES:** Columna hidrostática, gravedad, retorno venoso, barorreflejo.

### ABSTRACT

Mean arterial pressure and heart rate are parameters that are directly affected by the position of the cuff with respect to the longitudinal median line of the body. Before the different positions of the cuff, the hydrostatic column and gravity affect the venous return, which is regulated by the baroreflex. The mean arterial pressure increases when the cuff is hanging from the table and decreases when the cuff is in a position 90 ° to the longitudinal line of the body ( $F = 6.48$ ,  $df =$



2-39,  $P = 0.0037$ ). The heart rate is the same regardless of the position of the cuff ( $F = 0.60$ ,  $g.l = 2-39$ ,  $p = 0.55$ ). The position of the cuff is of clinical importance, since without a correct position of the cuff, the gravity and the hydrostatic column will affect the values of the mean arterial pressure and the heart rate and, consequently, the patient's assessment.

**KEY WORDS:** Hydrostatic column, gravity, venous return, baroreflex.

## INTRODUCCIÓN

La presión arterial (PA) es un parámetro de los signos vitales que tiene gran valor clínico. La PA es determinada por la fuerza de bombeo del corazón y la elasticidad de los vasos. Para cada ciclo cardíaco, dicha presión varía entre dos valores, uno máximo que es la presión arterial sistólica (PAS) y uno mínimo conocido como la presión arterial diastólica (PAD). La PA se expresa en dos números y en jóvenes presenta los valores normales de 115-126/71-76mmHg, siendo el primer rango de números la PAS y el segundo rango de números la PAD. Este parámetro se mide mediante la auscultación de los ruidos de Korotkoff y el uso del esfigmomanómetro.(1,2)

El valor de la presión arterial media (PAM) depende del flujo sanguíneo y de la resistencia periférica al flujo; este es el rozamiento que se produce entre la sangre y las paredes arteriales, de manera que, está determinada tanto por parámetros cardíacos como vasculares. En el caso de la PAS, es la fuerza ejercida por la contracción del ventrículo izquierdo, y la PAD, es la resistencia que ejercen los vasos sanguíneos<sup>1</sup>.

Siempre habrá variación de la PA conforme el brazo se aleje del grado señalado como punto del eje flebostático (hacia arriba o abajo), es decir, a la altura de la aurícula derecha.(3) La PA y la frecuencia cardíaca (FC) son valores dependientes uno del otro, por lo que el cambio en la posición del brazo generó cambios relacionados en los parámetros.

La diferencia de registros por el cambio en la posición del brazo se ha explicado por el efecto que ejerce la presión hidrostática (PH), más que por factores autonómicos.(3) La PH afecta de

manera especial al territorio venoso, dado que la presión debida al flujo o la presión hidrodinámica es baja.(4)

El efecto de la PH, la cual es esencial en la filtración capilar, es directamente proporcional a la PA, posee valores promedio de 32 mmHg en el extremo arterial del capilar y de 15 mmHg en el extremo venoso de los mismos ubicados en el corazón. Se basa en la presión de la sangre contra las paredes del capilar y lo que ocasiona es la salida del agua de la célula. Para contrarrestar esta fuerza, se ejerce una contraria hacia el interior de la célula llamada presión oncótica, que causa el ingreso del agua; ambas fuerzas se conocen como fuerzas de Starling.(5)

Cuando el volumen de sangre eyectado por el ventrículo distiende las paredes arteriales, se estimulan los barorreceptores que son mecanorreceptores que responden a la distensión de los vasos sanguíneos.

El estímulo viaja hasta llegar a los centros de integración central, generando una respuesta que modifica la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción ventricular, ocasionando cambios hemodinámicos en el organismo.(6)

Debido a lo mencionado, surge la incógnita del efecto que tiene la posición del brazo con respecto a la línea longitudinal del cuerpo sobre la PA y la FC; ambos parámetros presentaron cambios. En este estudio evidenciamos los posibles cambios en la PA y FC según las posiciones del brazo con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.



## METODOLOGÍA

La investigación se realizó con estudiantes de Fisiología en el segundo semestre del año 2018 de la Universidad de Ciencias Médicas. Los estudiantes presentaron edades entre los dieciocho y los veintitrés años, saludables. La recolección de datos se realizó el día miércoles 26 de septiembre entre las 7 am y las 9 am en el laboratorio de Fisiología, de la UCIMED.

El sujeto experimental se colocó en una camilla en posición decúbito supino y se modificó la posición del brazo en tres ocasiones. En primera instancia, se colocó el brazo junto al cuerpo, en posición anatómica y se mantuvo un tiempo de reposo de 10 minutos. Al transcurrir el periodo de reposo, se realizó la medición de la FC mediante el método palpatorio y la PA mediante el método auscultatorio de los ruidos de Korotkoff, con un estetoscopio y un esfigmomanómetro calibrado. Seguidamente, para el segundo caso, se colocó el brazo colgando de la camilla durante un tiempo de 3 minutos, y se realizaron nuevamente las mismas mediciones. Para el tercer caso, se colocó el brazo elevado en un ángulo de 90° con respecto a la línea longitudinal del cuerpo, se mantuvo en esta posición un tiempo de 3 minutos; al finalizar se realizaron las mismas mediciones mencionadas anteriormente.

Durante el periodo de reposo, en el segundo y tercer caso, se midió la distancia vertical entre el punto medio del neumático del manguito y la línea axilar media.

El método estadístico utilizado fue el de Análisis de Variancia (ANOVA) del cual se realizaron 2, uno para la FC y otro para la PAM, ambos parámetros ante las diferentes posiciones del manguito con respecto a la línea media longitudinal del cuerpo.

## RESULTADOS

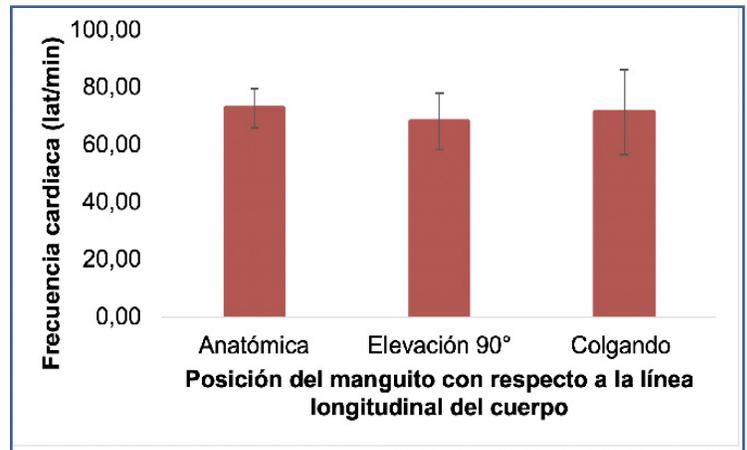


Figura 1. Promedio y desviación estándar de la frecuencia cardíaca según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.

En posición anatómica se obtuvo una FC promedio de  $72.79 \pm 6.82$  lat/min; el manguito ante una elevación de 90° presentó una FC de  $68.36 \pm 9.79$  lat/min; y en la posición del manguito colgando al lado de la camilla, el valor fue de  $71.50 \pm 14.85$  lat/min. Se observa que la FC es igual independientemente de la posición del manguito ( $F= 0,60$ ;  $g.l= 2-39$ ;  $p= 0,55$ ). Sin embargo, se detectan ciertas tendencias como la presencia de una disminución de la FC cuando el manguito cambia su posición con respecto a la línea longitudinal del cuerpo; más estas diferencias no son significativas. La falta de significancia entre estas condiciones se puede deber a la poca cantidad de sujetos experimentales.

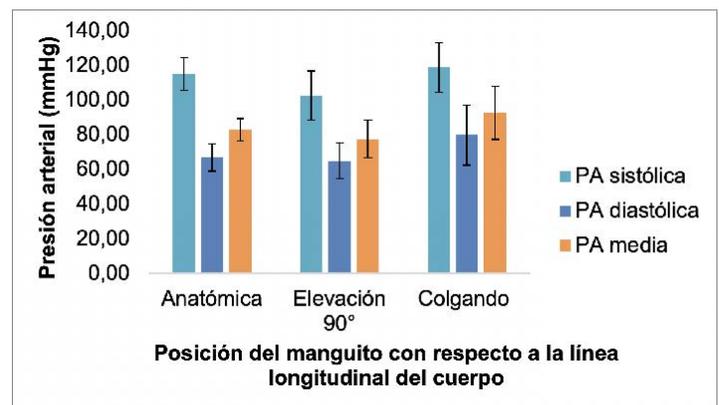


Figura 2. Promedio y desviación estándar de las presiones arteriales sistólica, diastólica y media según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.



Otro parámetro que se analizó fue la PA en las diferentes posiciones del manguito. En posición anatómica, la PAS tuvo un promedio de  $115.14 \pm 9.37$  mmHg, el manguito con elevación de  $90^\circ$  presentó un promedio de  $102.79 \pm 14.09$  mmHg y en la posición del manguito colgando al lado de la camilla fue de  $118.86 \pm 14.42$  mmHg. En este caso, sí se observan diferencias significativas en la PAS de acuerdo con la posición del manguito ( $F= 6,017$ ;  $g.l.= 2-39$ ;  $P= 0,0053$ ), en donde se ve que disminuye ante una elevación de  $90^\circ$  y aumenta con el manguito colgando al lado de la camilla.

La posición del manguito también tiene un efecto sobre la PAD ( $F= 5,78$ ;  $g.l.= 2-39$ ;  $P= 0,0063$ ). En este caso, al tener el brazo en posición anatómica se tuvo un promedio de  $66.86 \pm 7.87$  mmHg, en elevación de  $90^\circ$  presentó un valor de  $64.86 \pm 10.31$  mmHg y en posición colgando fue de  $79.71 \pm 17.43$  mmHg. Al igual que para la PAS, se observa una disminución de la PAD cuando el manguito presenta una elevación de  $90^\circ$  y un aumento de PAD con el manguito colgando al lado de la camilla.

En relación con la PAM muestra el mismo comportamiento que las PAS y la PAD, de modo que varía según la posición del manguito ( $F= 6,48$ ;  $g.l.= 2-39$ ;  $P= 0,0037$ ). Ante una posición del manguito en posición anatómica, se obtuvo una PAM promedio de  $82.95 \pm 6.29$  mmHg; en el caso del manguito con elevación de  $90^\circ$ , se presentó un valor de  $77.50 \pm 10.84$  mmHg; y el manguito en posición colgando, el promedio fue de  $92.76 \pm 15.19$  mmHg. Se observa una tendencia de una disminución de la PAM con el manguito con elevación de  $90^\circ$  y un aumento de PAM con el manguito en posición colgando. Los resultados experimentales concuerdan con lo esperado en el parámetro de la PAM, donde aumenta cuando se deja el brazo colgando de la camilla y disminuye cuando se eleva el brazo con un ángulo de 90 grados. Sin embargo, la FC sigue la tendencia cuando el brazo se eleva, más cuando se dejó colgando, también disminuyó en vez de aumentar según la teoría.

## DISCUSIÓN

En relación con los resultados obtenidos, se evidencia cómo las diferentes posiciones del brazo con respecto a la línea media axilar en un sujeto decúbito supino afectan la PAM y la FC. Se toma como control la medición de la PAM y la FC del sujeto con su brazo colocado junto al

cuerpo, en posición anatómica. De acuerdo a los valores obtenidos se determina el aumento o disminución de la PAM y FC conforme se modifica dicha posición.(4,7) (Figura 3)

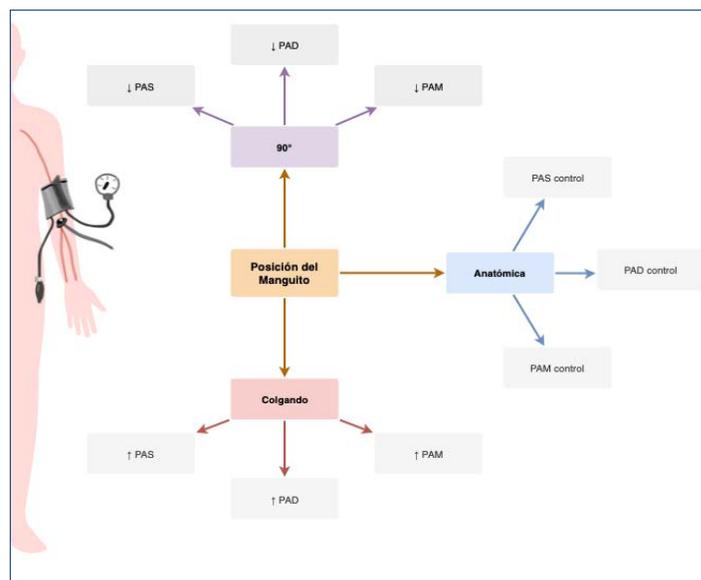


Figura 3. Efecto de la columna hidrostática en las presiones arteriales sistólica, diastólica y media según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.

El mecanismo fisiológico que actúa ante los cambios de PA con respecto a las diferentes posiciones del brazo, se explica mediante la columna hidrostática y la gravedad. Estas causan un gradiente de presión hidrostática en los compartimentos corporales, que contienen fluidos tales como el sistema circulatorio. Profundizando en el mecanismo, al dejar el manguito colgando de la camilla la columna hidrostática aumenta hacia el punto más bajo de la extremidad que en este caso es la mano.(8) La cantidad de sangre que hay en el sistema venoso se ve influenciada, no solo por el fenómeno de la columna hidrostática, sino también por la fuerza de gravedad. La gravedad dificulta el retorno venoso, generando una disminución de la PAM. Esto va a favorecer la regulación por medio del barorreflejo, de modo que se aumenta la FC(3) y la PAM.(9,10) En los resultados obtenidos se observa este aumento en la FC y la PAM porque la regulación por barorreflejo ocurre en un promedio de dos latidos.(8) Por otro lado, con el manguito elevado a 90 grados, se observó una disminución de la FC y la PAM.(11) Los mecanismos de acción son los mismos, la columna hidrostática y la gravedad.



En este caso la columna hidrostática es menor al final de la extremidad, además al tener una elevación de 90 grados va en contra la gravedad; esto causa que viaje menos sangre a la extremidad y aumente el volumen circulante. El retorno venoso aumenta pero es regulado por el barorreflejo; esto se expresa como una disminución de la FC y la PAM.(12) (Figura 4)

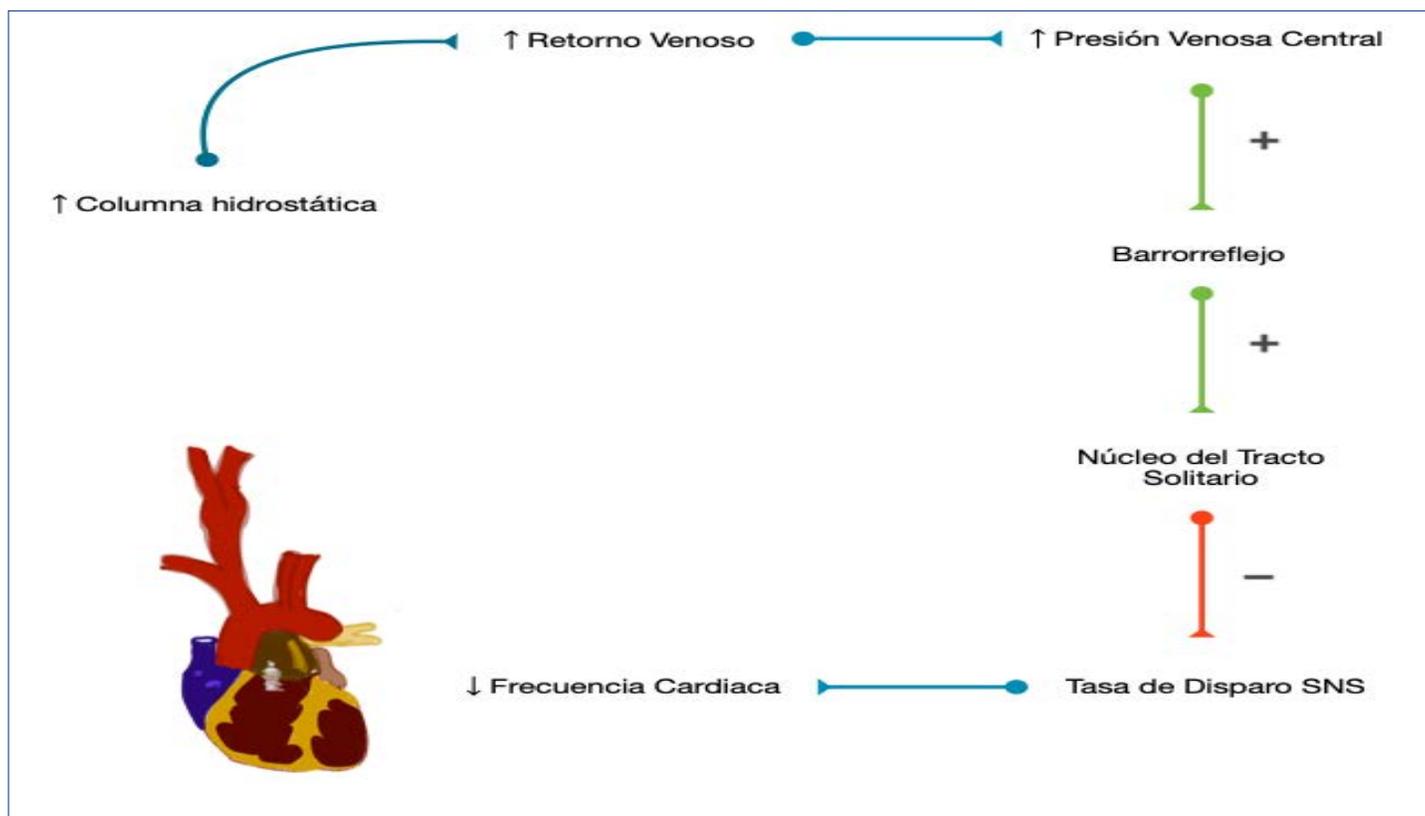


Figura 4. Disminución de la frecuencia cardíaca mediante el barorreflejo. El signo + junto con la línea de color verde representan un efecto excitatorio y el signo - junto con la línea de color rojo representan un efecto inhibitorio.

Tanto la PAM como la FC deberían reaccionar de la misma manera a las condiciones presentadas por su estrecha relación.(13) Aun así, en los resultados se evidencia una discrepancia entre la relación positiva antes mencionada y los valores esperados; la FC disminuyó en vez de aumentar cuando se deja el brazo colgando. Esto puede deberse a la poca cantidad de sujetos experimentales o la variedad de experimentadores tomando los datos. Se intentó evidenciar el incremento de la PAM y la FC cuando el manguito estaba colgando, y la disminución de la PAM y FC con el manguito elevado 90 grados. El cambio en la posición del manguito tiene gran importancia clínica, ya que sin una posición correcta del brazo, la gravedad y la columna hidrostática van a afectar estos valores y consecuentemente, la valoración del paciente.



## REFERENCIAS

1. Gerez M. Presión Arterial. 2015;19.
2. Robles-Cabrera A, Michel-Chávez A, Callejas-Rojas RC, Malamud-Kessler C, Delgado G, Estañol-Vidal B. Los barorreflejos arteriales cardiovagal, cardiosimpático y vasosimpático y el control neural de la presión arterial a corto plazo. *Rev Neurol*. 2014;59(11):508–16.
3. Macedo JB. Artículo original Medición no invasora de la tensión arterial en posición supina: brazo perpendicular y paralelo al torso. 2008;24(4):273–7.
4. Breu F, Guggenbichler S, Wollmann J. Fisiología Humana Tresguerres [Internet]. *Vasa*. 2008. p510.
5. Lawrie A. RLO- Starling's Forces. 2005 [actualizado 05 abr 2016; citado 7 agosto 2018].
6. Place A, Arthur M, Dublin LI, Ph D, Marks HH, Mcintire RT, et al. The normal blood pressure range and its clinical implications. *J Am Med Assoc*. 1950;143(17):1464.
7. Hinghofer-Szalkay H. Gravity, the hydrostatic indifference concept and the cardiovascular system. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(2):163–74.
8. Koeppen B, Stanton B. Berne y Levy. Fisiología + StudentConsult. Sexta edición. España: Elsevier; 2009: páginas 262, 342.
9. Arrigo M, Huber LC. Eponyms in cardiopulmonary reflexes. *Am J Cardiol*. 2013;112(3):449–53.
10. Hemodynamic Interactions. In: Mohrman DE, Heller L. eds. *Cardiovascular Physiology*, 9e New York, NY: McGraw-Hill; 2018: Chapter 8.
11. Humphreys BYPW, Lind AAR. (Received 4 July 1962). 1963;(1930).
12. Koeppen B, Stanton B. Berne y Levy. Fisiología + StudentConsult. Séptima edición. España: Elsevier; 2018: página 357-358.
13. Mancía G, Ferrari A, Gregorini L, Parati G, Pomidossi G, Bertinieri G, et al. Blood pressure and



# NUTRIGENÓMICA Y NUTRIGENÉTICA: EL FUTURO DE LA NUTRICIÓN

## Nutrigenomics and Nutrigenetics

### The future of nutrition

Recibido: 28-05-19

Aceptado: 05-06-19

Pág. 16-17

**Por: MSc. Mariel Montealegre Basadre**

Nutricionista.

#### Introducción

Las guías de nutrición para anticipar padecimientos metabólicos establecen sugerencias generales sobre macronutrientes y micronutrientes. Estas sugerencias no son para toda la población, por tal razón es imprescindible estar al tanto de la nutrigenómica y la nutrigenética de cada individuo

Palabras claves :nutrigenómica, nutrigenética, patología.

#### Abstract

Nutrition guidelines for anticipating metabolic disorders establish general suggestions on macronutrients and micronutrients. These suggestions are not for the entire population, for this reason it is essential to be aware of the nutrigenomics and nutrigenetics of each individual

**Keywords:** nutrigenomics, nutrigenetics, pathology

Actualmente las guías de nutrición para prevenir las diversas enfermedades metabólicas se basan en recomendaciones generales sobre macronutrientes y micronutrientes. No obstante, las recomendaciones generalizadas no son las indicadas para toda la población, ya que existen individuos que presentan variantes genéticas las cuales aumentan o disminuyen sus requerimientos de ciertos nutrientes, vitaminas y minerales. Debido a esto, es importante conocer acerca de la nutrigenómica y la nutrigenética, con el fin de poder fomentar una nutrición más personalizada y por lo tanto efectiva (Bashiardes,

Godneva, Elinav, & Segal, 2018; Peña, Navas, Marín, & Orenes, 2017).

La nutrición personalizada nace gracias a la genómica nutricional, la cual se puede dividir en dos principales ramas: la nutrigenómica y la nutrigenética. La nutrigenómica se puede definir como la ciencia que estudia la influencia de los nutrientes en la expresión génica, mientras que la nutrigenética es la ciencia que estudia cómo distintas variaciones genéticas afectan las respuestas a la dieta, los requerimientos nutricionales, y hasta las preferencias alimentarias. Ambas han tenido un crecimiento significativo desde el 2003, cuando la determinación del genoma humano permitió el avance de diversas investigaciones, cuyo objetivo



era aprender sobre las diferentes interacciones entre genes y nutrientes (Peña, Navas, Marín, & Orenes, 2017).

La Nutrigenética potencia la prevención de patologías, ya que existe la posibilidad de introducir cambios dietéticos desde muy pronto en personas con una mayor predisposición genética a alguna enfermedad. De igual manera, se ha visto que los individuos que conocen su genética podrían estar más motivados a realizar un cambio de estilo de vida.

Por lo tanto, tanto la genética como el ambiente de un individuo participan en el fenotipo del mismo. Aunque sabemos que las personas no pueden cambiar su material genético, sí pueden alimentarse de la mejor manera posible para poder respaldar las predisposiciones con las que

éste cuenta. (Aruoma, et al., 2019) De igual forma, la nutrigenómica, permite conocer los numerosos componentes dietéticos y bioactivos que pueden alterar los eventos génicos y epigenéticos, y por lo tanto influenciar la salud (Trujillo, Davis, & Milner, 2006).

No hay duda que tanto la nutrigenómica como la nutrigenética son ciencias en constante crecimiento en muchas áreas de investigación, y que serán cada vez más utilizadas por los profesionales en salud con el fin de establecer estrategias de intervención dietéticas más eficientes dirigidas a prevenir enfermedades, mejorar la calidad de vida y lograr un envejecimiento saludable (Peña, Navas, Marín, & Orenes, 2017).

## BIBLIOGRAFÍA

Aruoma, O., Hausman-Cohen, S., Pizano, J., Schmidt, M., Minich, D., Joffe, Y., . . . Brady, D. (2019). Personalized Nutrition: Translating the Science of NutriGenomics Into Practice: Proceedings From the 2018 American College of Nutrition Meeting. *Journal of the American College of Nutrition*, 287-301.

Bashiardes, S., Godneva, A., Elinav, E., & Segal, E. (2018). Towards utilization of the human genome and microbiome for personalized nutrition. *Current Opinion in Biotechnology*, 57-63.

Peña-Romero, A., Navas-Carrillo, D., Marín, F., & Orenes-Piñero, E. (2017). The future of Nutrition: Nutrigenomics and Nutrigenetics in Obesity and Cardiovascular Diseases. *Food Science and Nutrition*, 1-12.

Trujillo, E., Davis, C., & Milner, J. (2006). Nutrigenomics, Proteomics, Metabolomics, and the Practice of Dietetics. *Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*, 403-413.



# LESIONES DEL LABRUM DE CADERA EN EL DEPORTISTA

## LABRUM INJURIES IN THE HIP IN THE ATHLETE

Pág. 18- 21

David Sáenz Ulloa  
Anatomy Rehab

Recibido: 28-05-19  
Aceptado: 05-06-19

### Resumen

Las lesiones del labrum de cadera están cada vez más presentes en el deportista profesional y en la consulta clínica, por lo tanto, esta revisión conceptual tiene como objetivo recopilar los aspectos más relevantes asociados a la morfología, función y la fisiopatología de esta entidad. Esta revisión es parte del proyecto de fin de máster realizado en el CEU de Sevilla, España.

**Abstract:** Currently, hip labral injuries are more common in professional athletes and in clinical practice, therefore, this review aims to collect the most relevant aspects associated with the morphology, function and physiopathology of this entity.

Las lesiones del labrum acetabular han evolucionado en las últimas dos décadas. La implementación de métodos diagnósticos modernos junto con el aporte científico en el campo de la anatomía y la biomecánica articular, han brindado herramientas que facilitan una intervención más precisa (Martínez, Torres, Sanz-Reig, 2015). En el deporte, las lesiones de cadera representan alrededor de un 4%, comúnmente se asocian a deportes que impliquen cortes, giros, aceleraciones y desaceleraciones (Lynch, Bedi, M. Larson, 2017).

Morfológicamente, el labrum presenta dos zonas, una interna o articular y una externa o capsular (Freke et al. 2018). Su porción interna está formada por colágeno tipo I en contacto con el cartílago articular

y el reborde acetabular óseo, tiene nula vascularización. La zona externa o capsular presenta predominantemente colágeno tipo III y es ampliamente vascularizada por un anillo anastomótico que recibe la sangre arterial de las ramas de la arteria glútea superior y ramas de la arteria obturadora a nivel del acetábulo. Partiendo del anillo anastomótico vascular nacen las ramas radiales que proveen de vascularidad el labrum principalmente en su zona anterior (Pérez, Cruz, Más, Miranda, Ortiz, Alfonso, 2016).

El labrum acetabular tiene como principal función el sellado de la articulación femoroacetabular, disminuyendo el estrés mecánico del cartílago articular de la cabeza femoral y acetabular. Por consiguiente, es una estructura que va a evitar la fricción, y cumplirá una tarea de estabilización de la articulación de la cadera



junto con los ligamentos capsulares iliofemoral e isquiofemorales (Marín-Peña O, et al. 2016).

De igual modo, cabe destacar la importancia del labrum en la propiocepción puesto que tiene numerosas terminaciones nerviosas (Pérez, Cruz, Más, Miranda, Ortiz, Alfonso, 2016). A posteriori, si existe lesión del labrum se producirá una disminución de la nutrición del cartílago articular provocando su degeneración (Martínez, Torres, Sanz-Reig, 2015).

Ante una lesión del labrum de la cadera, es común encontrar entre los signos y síntomas más frecuentes: dolor anterior en la ingle que se incrementa ante períodos prolongados de estar de pie, sentado o caminando, dolor a la flexión, aducción y rotación interna de cadera.

Con menos frecuencia presentan dolor irradiado a los glúteos y muslos. También se pueden acompañar de síntomas mecánicos como chasquidos y debilidad (Reiman, Mather, Hash et al. 2014).

La lesión del labrum se puede categorizar como traumática, congénita (displasia), degenerativa o idiopática. Del mismo modo, se debe tomar en consideración la presencia de alteraciones óseas a nivel del fémur o el acetábulo, como el PINCER Y CAM (Martínez, Torres, Sanz-Reig, 2015). De igual forma, cabe destacar la correlación clínica que existe en los pacientes sintomáticos, entre la patología de labrum de cadera con el choque femoroacetabular (Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, et al. Br J Sports Med 2016;50:1169–1176).

Debido a las múltiples causas que pueden generar un dolor de cadera, considerando que en ocasiones hay similitudes en su localización y en su clínica, se deben tener en cuenta diferentes mecanismos diagnósticos para poder acercarse a la correcta etiología.

Existe la patología intra articular como el choque femoro acetabular o una lesión del labrum, asimismo hay patología extra articular como un atrapamiento isquiofemoral, choque subespinoso o de la espina ilíaca anteroinferior, atrapamiento del psoas, choque pélvico trocantéreo (Galeano, Santamaría, Gredilla, Grande, 2017).

La resonancia magnética, la artro resonancia y los exámenes de rayos x son los principales métodos empleados para el diagnóstico médico (A.M Crespo et al. 2015). Hallazgos como cadera tipo CAM o Pincer, deformidades acetabulares en retroversión y anomalías en el ángulo alfa, suelen correlacionarse con la patología intra articular de la cadera (Nepple, Brophy, Matava, Wright, Clohisy 2012).

Sin embargo, en ocasiones los resultados de los exámenes de imagenología no se van a correlacionar con la clínica del paciente, incluso hay casos de pacientes con exámenes por imágenes positivas a una patología, pero asintomáticos (Jayakar, Merz, Plotkin, Wang, Seeger, Hame 2016) (Briggs, Philippon, Ho, McNamara, Philippon, 2017).

Por este motivo se recomienda utilizar pruebas especiales y valoraciones diferenciadas para la articulación de la cadera, con el objetivo de recolectar más información, para correlacionar los hallazgos radiológicos con la clínica del paciente (Dressendorfer R. et al. 2017).

## Conclusión

Las lesiones del labrum de cadera representan una entidad clínica difícil de abordar por lo tanto conocer la historia del paciente, hacer un correcto diagnóstico diferenciado por imágenes, verificar la posición de la pelvis, reconocer las disfunciones articulares, musculares y neurales



asociadas, facilitarán la toma de decisiones para un correcto manejo rehabilitador del paciente (Cheatham, Enseki, Kolber 2017).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. J. Más Martínez, R. Torres Eguía, J. Sanz-Reig. (año). Lesiones del labrum acetabular Etiología, lesiones artroscópicas e indicaciones de tratamiento. Revista Española de Cirugía Osteoarticular. No 264. Vol. 50. OCTUBRE-DICIEMBRE 2015 /198, 206
2. T. Sean Lynch, Asheesh Bedi, Christopher M. Larson. Athletic Hip Injuries: Review Article. Journal of the American of Orthopaedic Surgeons 2017.
3. Freke MD, et al. Associations between type and severity of hip pathology with pre-operative patient reported outcome measures. Braz J Phys Ther. 2018 .
4. Luis Pérez Carro, Antonio Cruz, Jesús Más, Víctor Miranda, Alexander Ortiza, Ana Alfonso. Lesiones del labrum de cadera: vascularización y técnicas de reconstrucción. Revista española de artroscopia y cirugía articular. 2016;23(1):37-46
5. Marín Peña O, et al. Anatomía y función de la articulación coxofemoral. Anatomía artroscopica de la cadera. Rev Esp Artrosc cir Articul. 2016 <http://dx.doi.org/10.1016/j.reaca.2016.02.001>
6. Reiman MP, Mather RC, Hash TW, et al. Br J Sports Med 2014;48:311-319.
7. Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. Br J Sports Med 2016;50:1169-1176.
8. Arévalo Galeano N, Santamaría Guinea N, Gredilla Molinero J, Grande Báñez M. Atrapamientos y choques extraarticulares de la cadera: revisión de la literatura. Radiología. 2018;60:105-118.
9. Scott W. Cheatham, Keelan R. Enseki, Morey J. Kolber. The clinical presentation of individuals with femoral acetabular impingement and labral tears: A narrative review of the evidence. Journal of Bodywork & Movement Therapies (2016) 20, 346e355
10. A.M. Crespo Rodríguez, J.C. de Lucas Villarrubia, M.A. Pastrana Ledesma, I. Millán Santos, M. Padróne. Diagnóstico de lesiones del labrum acetabular, de la unión condrolabral y del cartílago en el pinzamiento femoroacetabular: correlación entre artrografía mediante resonancia magnética directa y artroscopia de cadera. Radiología. 2015;57(2):131-141
11. Jeffrey J. Nepple, Robert H. Brophy, Matthew J. Matava, Rick W. Wright, John C. Clohisy. Radiographic Findings of Femoroacetabular Impingement in National Football League Combine Athletes Undergoing Radiographs for Previous Hip or Groin Pain. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 28, No 10 (October), 2012: pp 1396-1403
12. Rohit Jayakar, Alexa Merz, Benjamin Plotkin, Dean Wang, Leanne Seeger, Sharon L. Hame. Magnetic resonance arthrography and the prevalence of acetabular labral tears in patients 50 years of age and older. Skeletal Radiol, 11 Apr 2016.
13. Karen Briggs, Marc Philippon, Charles Ho and Shannen McNamara Prevalence of acetabular labral tears in asymptomatic young athletes. Br J Sports Med 2017 51: 303
14. Dressendorfer R, Callanen A, Richman S. Hip Labral Tears. CINAHL Rehabilitation Guide, Sept





# Ocratoxina A en café

## Ochratoxin A in coffee

Recibido: 29-05-19  
Aceptado: 04-06-19

Pág. 22-27

Dra. Gabriela Davidovich Young M.Q.C.  
Docente de la carrera de Microbiología y Química Clínica en Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED)  
(curso de Microbiología de Alimentos y Aguas). San José, Costa Rica.  
Correo davidovichy@ucimed.com, tel 8982-0784

Dra. Fabiola Jiménez Rodríguez M.Q.C.  
Docente de la carrera de Microbiología y Química Clínica en Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED)  
(curso de Microbiología de Alimentos y Aguas). San José, Costa Rica.  
Correo jimenezrf@ucimed.com, tel 8341-1337  
0000-0003-2954-6798

Dr. Juan Manuel Segura Piedra M.Q.C.  
Docente de la carrera de Microbiología y Química Clínica en Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED)  
(curso de Microbiología de Alimentos y Aguas). San José, Costa Rica.  
Correo segurapj@ucimed.com, tel 8310-3866  
0000-0002-1484-5982

**Palabras clave:** micotoxina, ocratoxina A, café, hongos filamentosos.

### Resumen

La ocratoxina A es una micotoxina con actividad nefrotóxica, hepatotóxica, embriotóxica, teratogénica, neurotóxica, inmunotóxica, genotóxica y cancerígena producida por hongos filamentosos que se puede encontrar en productos como granos, nueces, especies, cerveza, café, entre otros.

El proceso de producción del café no elimina la ocratoxina, por lo que organizaciones como el CODEX Alimentarius han establecido una serie de prácticas que minimizan la probabilidad de que esta toxina se encuentre en este producto. A nivel internacional, varios países han establecido la concentración máxima permitida de OTA en café, sin embargo, Costa Rica no lo ha definido todavía.

Existen estudios que demuestran la presencia de esta toxina en diferentes presentaciones de café. En el caso de Costa Rica, en el año 2007 se publicó un estudio donde se encontró ocratoxina A en producto puesto a la venta en niveles inferiores a los máximos permitidos en otros países. Esto evidencia que nuestro país no está exento de esta problemática, que se requieren más estudios al respecto y que finalmente se establezcan las concentraciones máximas permitidas de ocratoxina A en café.



## Abstract

Ochratoxin A is a mycotoxin with nephrotoxic, hepatotoxic, embryotoxic, teratogenic, neurotoxic, immunotoxic, genotoxic and carcinogenic activity produced by filamentous fungi that can be found in products such as grains, nuts, spices, beer, coffee, among others.

The process of production of coffee does not eliminate ochratoxin. Organizations such as CODEX Alimentarius have established a series of practices that minimize the probability of find OTA in this product. Several countries have established the maximum permitted concentration of OTA in coffee, however, Costa Rica has not yet defined it.

There are studies that show the presence of this toxin in different presentations of coffee. In the case of Costa Rica, in 2007 a study was published in which ochratoxin A was found in product at levels lower than the maximum allowed in other countries. This investigation shows that our country is not exempt from this problem and also establish the required of more studies and the definition of the maximum permitted concentrations of ochratoxin A in coffee.

Las micotoxinas son productos naturales de bajo peso molecular producidos como metabolitos secundarios por hongos filamentosos. Estos metabolitos constituyen un conjunto toxigénica y químicamente heterogéneo, agrupados únicamente por su capacidad para causar enfermedad y muerte en seres humanos y otros vertebrados (Bennett & Klich, 2003). Dentro de los grupos de micotoxinas de mayor importancia se incluyen las altamente cancerígenas aflatoxinas, los tricotecenos, las fumonisinas, la ocratoxina A (OTA) y la zearalenona (Gruber *et. al*, 2017).

Las ocratoxinas son producidas por ciertas especies de *Aspergillus* como *A. ochraceus* o *A. niger* y algunas especies de *Penicillium*, especialmente *P. verrucosum* (Heussner *et. al*, 2015). Entre estas, la ocratoxina A (OTA) es la forma más relevante y prevalente del grupo (Heussner *et. al*, 2015). Esta ocratoxina presenta actividad nefrotóxica, hepatotóxica, embriotóxica, teratogénica, neurotóxica, inmunotóxica, genotóxica y cancerígena (Ostry *et. al*, 2013).

Esta toxina es una micotoxina bien conocida, ampliamente distribuida a nivel mundial (Koszegi *et. al*, 2016), y se considera un contaminante altamente abundante en alimentos y piensos. Se detecta con frecuencia en todos los tipos de cereales y sus subproductos, aunque también en café, cacao, uvas, pasas, vino, soja, especias, nueces, legumbres, regaliz y cerveza (Heussner *et. al*, 2015). En diferentes países, la OTA ha sido

detectada tanto en granos de café crudo como tostado (Malir *et. al*, 2014), y se dice que de las diferentes toxinas producidas por los mohos, la de mayor importancia para este alimento es la OTA (Gopinandhan *et. al*, 2013).

Aunque el café crudo es tostado a altas temperaturas, la OTA no es completamente eliminada, y su presencia es detectada en café tostado y molido, café instantáneo, café descafeinado, y aún más importante en el café preparado listo para beber (Gopinandhan *et. al*, 2013). La amplia distribución de esta toxina y su alta estabilidad térmica hacen muy difícil su erradicación de la cadena de producción de alimentos (Koszegi *et. al*, 2016).

El café es un alimento importante en el consumo humano, y a pesar de los avances tecnológicos, ni el proceso de tostado ni el de preparación aseguran la destrucción completa de OTA, por lo que es necesario un correcto control de higiene en la producción de café crudo para preservar la salud de los consumidores, disminuyendo así su exposición a la ingesta alimentaria de la OTA (Ravelo *et. al*, 2011).

A partir de la descripción de la presencia de Ocratoxina A en café, en 1988, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través del trabajo del



Comité de Aditivos de Alimentos ha monitoreado constantemente los estudios que permiten definir las dosis de ocratoxinas que causan problemas en la salud de animales y personas y las concentraciones de esta sustancia en productos de varios países. Específicamente en café, esta instancia empieza un estudio que buscaba definir cuáles eran los puntos dentro de la cadena de proceso que aumentaban el riesgo de la proliferación de mohos y a partir de los hallazgos genera un documento con una serie de directrices para los productores de café que daban énfasis al proceso de secado y a mantener humedades bajas durante el almacenamiento y el transporte. La implementación de las medidas indicadas en este documento, permitió bajar la cantidad de ocratoxina A en el café de la Unión Europea de 2 ppb (1995-1998) a 1,3 ppb (2002-2004) (FAO 2016, WHO 2007).

CODEX Alimentarius también ha elaborado una serie de documentos con recomendaciones de prácticas que reduzcan o prevengan la presencia de ocratoxina A en café y que coincide en muchos puntos con las directrices de FAO donde indican que los procesos de secado y almacenamiento son fundamentales para controlar la proliferación del moho en el producto (ICMSF, 2011)

A nivel internacional se han estipulado niveles máximos de OTA en diversas presentaciones de café. Así, la Unión Europea (UE) ha establecido un valor máximo permisible de OTA de 5 partes por billón (ppb) para café tostado y molido, y 10 ppb para café soluble. A pesar de que la UE no ha determinado un valor armonizado para OTA en café crudo, algunos países, de manera individual, han estipulado esos valores, los cuales están entre 5 y 20 ppb (Gopinandhan *et. al*, 2013).

Aunque Costa Rica no ha estipulado valores máximos permisibles de OTA en las diversas presentaciones de café, otros países de la región sí lo han hecho. En el caso de Brasil, se establece un límite de 10 ppb para el café soluble y el café tostado. Por su parte la regulación en Colombia ha determinado que para café tostado el límite

máximo aceptable sea de 5 ppb, mientras que para café soluble el límite es de 10 ppb. En el caso de Chile, la normativa señala que para café crudo el valor máximo permisible sea de 5 ppb para granos de café crudos y 10 ppb para café soluble. Por su parte la normativa uruguaya indica que el límite máximo de OTA en café debe ser de 50 ppb. (VICAM, s.f.)

Como se mencionó anteriormente, podemos encontrar ocratoxina A en café verde y café tostado puesto que hay múltiples estudios al respecto. También hay evidencias para afirmar que puede haber ocratoxina A en el café a nivel de consumidor final, aunque en menores cantidades que en las etapas anteriores del proceso. De ahí la importancia de que el café tenga niveles muy bajos de ocratoxina A, para que cuando esta bebida llegue al consumidor no represente un peligro para la salud humana.

Un estudio realizado en Europa indica que, de acuerdo con los niveles de ocratoxina A encontrados en café tostado y molido o instantáneo, cuatro tazas de café al día (24 gramos de café tostado y molido y 8 gramos de café instantáneo) contribuyen con niveles de 19 o 10 ng/día respectivamente de ingesta de la micotoxina para la persona (Stegen, *et. al*, 1997). Ravelo Abreu y colaboradores (2011) encontraron niveles de ocratoxina A de alrededor de 0,550 µg/kg en café descafeinado, 2,200 µg/kg en café instantáneo y 1,100 µg/kg en café soluble.

También se ha estudiado la transferencia de ocratoxina A del café tostado y molido o instantáneo, a la bebida de café lista para tomar. Al respecto, Malir y colaboradores (2014) usaron café tostado y molido con 0,92 ng/kg de ocratoxina A y prepararon distintos tipos de bebida, entre ellas café turco, americano, espresso, entre otros. Algunas bebidas fueron preparadas de forma manual (hervir agua y "chorrear" el café) y otras fueron preparadas con máquinas. Como conclusiones obtuvieron que en todos los casos había transferencia de ocratoxina A del café como materia prima



a la bebida como tal. Esta transferencia iba del 20 al 60%. Por ejemplo, si se prepara un café tipo Doppio, usando el café con 0,92 ng/kg de ocratoxina A, la persona consumiría un total de 0.065 ng/kg de peso corporal de ocratoxina A. Por otra parte, Santini y colaboradores (2011), investigaron la transferencia de ocratoxina A al preparar 5 tipos de café: americano, moka, espresso, neapolitano y turco. Los investigadores encontraron que la transferencia de ocratoxina A a las bebidas listas para consumir se encontraba en 25% de la ocratoxina A presente en el café utilizado para hacer la bebida.

Otro estudio analizó muestras de café listo para beber y encontró que todas las muestras contenían ocratoxina A. La concentración más alta encontrada en las bebidas fue de 0.037 ng/mL (Noba, *et. al*, 2009). Aunque estos niveles no son considerados niveles altos de ocratoxina A, hay que considerar cuántas tazas o bebidas de café toma la persona al día y a la semana, así como la contribución de esta micotoxina al cuerpo humano por medio de otros cereales y bebidas como té.

Otras micotoxinas de relevancia específicamente en café, serían las aflatoxinas. Franco y colaboradores (2014) encontraron niveles importantes de los 4 tipos de aflatoxinas en café producido en Panamá. Por otro lado, hay un estudio que indica que el tostado del café disminuye los niveles de aflatoxinas en 42.2 - 55.9% dependiendo de las temperaturas y tiempo de proceso utilizados. Los niveles mayores de ocratoxina A encontrados en este estudio fueron en muestras de café verde y tostado descafeinado (24.29 µg/kg y 16.00 µg/kg respectivamente) (Soliman, 2002).

Son pocos los estudios publicados de ocratoxina A en café en nuestro país, sin embargo hay una publicación del año 2007 que estudió ocratoxina A en 110 muestras de café tostado y molido de 12 torrefactoras y 7 supermercados de Costa Rica. Este estudio encontró que solamente una de las muestras analizadas se encontraba con niveles de ocratoxina A no detectables.

El resto de las muestras (109 muestras en total) presentaron niveles de ocratoxina A entre 4 y 960 ng/kg. Estos niveles no superan los límites de ocratoxina A establecidos en otros países, sin embargo evidencian que Costa Rica no está exento de encontrar esta micotoxina en el café que comercializa. Como evidencia todavía de mayor importancia, el estudio antes mencionado analizó niveles de ocratoxina A en plasma humano. En este tipo de muestras se encontraron niveles de esta micotoxina desde los 10 hasta los 1906 ng/L con un valor promedio de 622 ng/L. Se considera que estos valores son elevados en plasma humano, al compararlos con estudios similares en otros países (Quintana Guzmán, *et. al*, 2007).

De acuerdo con lo anterior, podría afirmarse, que entre mayor cantidad de ocratoxina A haya en el café tostado y molido, o instantáneo, mayor cantidad de esta micotoxina obtendremos en el café como bebida lista para consumir. También, se puede afirmar que entre mayor cantidad de ocratoxina A consuma el costarricense, mayor cantidad de esta micotoxina se encontrará en su plasma sanguíneo.

Debido a la estabilidad de la OTA frente a las altas temperaturas, esta micotoxina se puede encontrar en café crudo, tostado, molido e incluso preparado, por lo que la prevención del desarrollo del moho en cada una de las etapas de la producción del café es de radical importancia. Además, es imperante que Costa Rica establezca los límites permitidos de esta ocratoxina en una bebida tan importante para el costarricense como lo es el café.



# Referencias

- Bennett, J. y Klich, M. 2003. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3): 497-516. doi: 10.1128/CMR.16.3.497-516.2003
- Food and Agriculture Organization of United Nations (2006). Un café más sano. Enfoques. INTERNET: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0607spl.htm>. Visitado en noviembre 2018.
- Franco, H., Vega, A., Reyes, A., De León, J y Bonilla, A. 2014. Niveles de Ocratoxina A y Aflatoxinas totales en cafés de exportación de Panamá por un método de ELISA. *ALAN*, 64 (1) INTERNET: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2014/1/art-6/>
- Gopinandhan T., Basavaraj, y K., Raghuramulu, Y. 2013 Ochratoxin-A (OTA). Contamination in coffee-A revisit. *Indian Coffee*, Junio, 2013, 16-21
- Gruber, C., Novak, B., Nagl, V., Berthiller, F. 2017. Emerging Mycotoxins: Beyond Traditionally Determined Food Contaminants. *J. Agric. Food Chem.* 2017(65) 7052-7070. doi:10.1021/acs.jafc.6b03413
- Heussner, A. y Bingle, L. 2015. Comparative Ochratoxin Toxicity: A Review of the Available Data. *Toxins* 2015, 7, 4253-4282; doi: 10.3390/toxins7104253
- International Commission on Microbiological Specification for Foods (2001) *Microorganism in Foods: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer
- Koszegi, T. y Poór, M. 2016. Ochratoxin A: Molecular interactions, Mechanisms of Toxicity and Prevention at the Molecular Level. *Toxins* 2016, 8, 111; doi :10.3390/toxins8040111
- Malir, F., Ostry, V., Pfohl, A., Toman, J., Bazin I, y Roubal T. 2014. Transfer of Ochratoxin A into Tea and Coffee Beverages. *Toxins* 2014, 6, 3438-3453; doi:10.3390/toxins6123438
- Noba, H., Atsuo, U. y Mochizuki, M. 2009. Determination of Ochratoxin A in Ready-To-Drink Coffee by Immunoaffinity Cleanup and Liquid Chromatography – Tandem Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 57: 6036-6040.
- Ostry, V., Malir, F. y Ruprich, J. 2013. Producers and Important Dietary Sources of Ochratoxin A and Citrinin. *Toxins* 2013, 5, 1574-1586; doi: 10.3390/toxins5091574
- Quintana Guzmán, E. M., Antillón Guerrero, F. y Azofeifa Chaves, J. 2007. Determinación de ocratoxina A en plasma humano y en café de Costa Rica por un método de ELISA. *ALAN* 57(2) INTERNET: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2007/2/art-10/>
- Ravelo Abreu, A., Rubio Armendáriz, C., Gutiérrez Fernández, A. J. y Hardisson de la Torre, A. 2011. La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: revisión. *Nutr Hosp.* 26(6):1215-1226
- Santini, A., Ferracane, R., Mikusova, P., Eged, S., Srobarova, A., Meca, G., Manes, J. y Ritieni, I. 2011. Influence of different coffee drink preparations on ochratoxin A content and evaluation of the antioxidant activity and caffeine variations. *Food Control*, 22 (8): 1240-1245.
- Soliman, K. 2002. Incidence, level, and behavior of aflatoxins during coffee bean roasting and decaffeination. *J Agric Food Chem*, 50 (25): 7477-81.
- Stegen, U., Jörissen, A., Pittet, M., Saccon, W., Steiner, M., Vincenzi, M., Winkler, J., y Douwe, E. 1997. Screening of European coffee final products for occurrence of ochratoxin A. *Food Additives and Contaminants*, 14 (3): 211 - 216
- VICAM. Sin fecha. Worldwide Mycotoxin Regulations Tool. INTERNET: <http://www.commodityregs.com/>. Consultado el 12 de noviembre, 2018.
- World Health Organization (2007). *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants*. Who Technical Report Series: Sixty Eight Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.





# CIENCIA & SALUD

INTEGRANDO CONOCIMIENTOS

Este proyecto nace con el objetivo de integrar conocimientos de diferentes áreas en un sólo documento.

Por:

Licda. Guiselle D'Avanzo Navarro