

CIENCIA & SALUD

INTEGRANDO CONOCIMIENTOS



**COACTIVACIÓN MUSCULAR
EN CONTRACCIONES
ISOMÉTRICAS MÁXIMAS**

MEDICINA



**INSULINORRESISTENCIA
Y GRASAS**

NUTRICIÓN



**Fuentes de información y recursos
electrónicos en los laboratorios de
Farmacotecnia**

FARMACIA



LUMBALGÍA CRÓNICA

FISIOTERAPIA



**ESTERILIZACIÓN DE TEJIDOS
CELULARES**

MICROBIOLOGÍA

**FEBRERO - MARZO 2019
VOLUMEN 3
NÚMERO 1**

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), San José
,Costa Rica

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

INDICE



MEDICINA



NUTRICIÓN



FARMACIA



FISIOTERAPIA



MICROBIOLOGÍA

Fenómeno de coactivación
muscular durante contracciones
isométricas máximas

02

Insulinorresistencia y grasas:
La revolución del manejo
de la diabetes mellitus tipo 2

06

Fuentes de información y
recursos electrónicos en los
laboratorios de Farmacotecnia

08

LUMBALÍA CRÓNICA:
Revisión de su importancia
clínica y su abordaje desde
la fisioterapia

10

Esterilización de Tejidos
Celulares

16



UCIMED

FENÓMENO DE COACTIVACIÓN MUSCULAR DURANTE CONTRACCIONES ISOMÉTRICAS MÁXIMAS

Por: Castellanos-Betancourth Libny, Chaverri-Benavides María Fernanda, Granados-Sánchez Valeria, Rojas-Pérez Bárbara, Vega-Salazar Gastón. / Estudiantes de Medicina UCIMED

Recibido: 16/1/19
Publicado: 20/2/19

RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad comparar la actividad eléctrica de los músculos antagonistas: tríceps y bíceps braquial, al realizar contracciones isométricas máximas. Se utilizó la técnica electromiográfica para medir la actividad eléctrica de dichos músculos. En los resultados se notó que tanto en la contracción isométrica del bíceps como en la contracción isométrica del tríceps hay activación de ambos músculos. Según la integración de distintos mecanismos fisiológicos tales como: el funcionamiento de control motor, reflejo miotático inverso en coordinación con el cerebelo, corteza cerebral y médula espinal, se concluye que la actividad eléctrica observada en el músculo agonista es mayor en ambos casos debido a un mayor reclutamiento de fibras musculares, presentando una diferencia estadísticamente significativa respecto al antagonista.

DESCRIPTORES: Coactivación muscular, contracción isométrica, reflejo miotático inverso, control motor, cerebelo.

INTRODUCCIÓN

La coactivación de músculos antagonistas es el mecanismo observado al realizar movimientos voluntarios.¹ Por medio de este fenómeno se observa que al colocar un estímulo externo se produce la activación directa del músculo agonista, el cual ejerce la fuerza necesaria para llevar a cabo el movimiento, a la vez, se genera una contribución de su antagonista, que es el que realiza la función controladora de la acción, impidiendo lesiones.^{2,3}

La utilización de la técnica de electromiografía (EMG) aporta información acerca del estado fisiológico de los músculos y nervios que se activan según la actividad realizada, permitiendo así evaluar los fenómenos de coactivación muscular. Esta a su vez es empleada

en diversas investigaciones con el fin de identificar posibles trastornos neuromusculares en los pacientes.⁴

La activación del músculo antagonista debe estar regulada, puesto que un exceso en su coactivación es claramente perjudicial al realizar el movimiento, ya que si esta se genera provocaría una alteración en la correcta activación del músculo agonista, provocando así un déficit en la acción a ejecutar.⁵

De acuerdo con la revisión bibliográfica, la coactivación muscular con patrones adecuados y coordinados entre los músculos, proporciona estabilidad y rigidez a las estructuras del sitio anatómico a considerar, por lo que, la constancia de ciertas funciones se ve reducida si dicha coactivación presenta alteraciones, producto de posibles trastornos neurológicos, o diferencias en la actividad física realizada por las personas a valorar, ya que el ejercicio confiere una adaptación que produce una respuesta muscular diferente.⁶

Esta investigación compara la diferencia en la actividad eléctrica que se genera en los músculos bíceps y tríceps braquial en el fenómeno de coactivación muscular durante contracciones isométricas máximas, al realizar acciones comunes de la vida cotidiana especialmente si estas son fuertes y rápidas.⁵

Por lo tanto, el objetivo es comparar la actividad eléctrica de los músculos antagonistas: tríceps y bíceps braquial, al realizar contracciones isométricas máximas, en estudiantes de Medicina del curso de Fisiología, cuyas edades oscilan entre los 18 y 25 años de edad, de la Universidad de Ciencias Médicas durante el segundo periodo del año 2018.

MÉTODO

Protocolo experimental: Se utilizó la técnica electromiográfica para medir la actividad eléctrica de los músculos tríceps y bíceps braquial. Se colocan electrodos en estos músculos y en la cara interna de la muñeca. Para la medición de la actividad eléctrica



del bíceps braquial se le solicitó al voluntario sentarse en una posición relajada, con su codo en 90° y las manos en posición supina por debajo de la mesa del laboratorio. Primero se registraron 5 segundos en reposo y seguidamente el sujeto experimental realizó una contracción isométrica máxima de 5 segundos. Posteriormente se repitió el mismo procedimiento pero con las manos por encima de la mesa del laboratorio, esto para la medición de la actividad eléctrica del tríceps braquial.

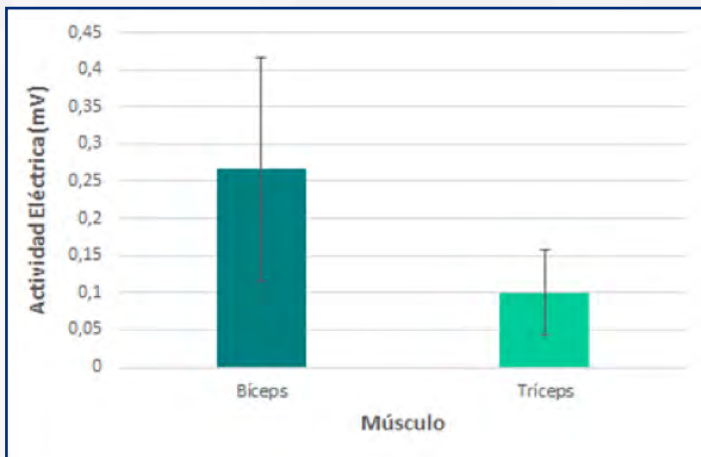


Figura 2. Promedio y desviación estándar de la actividad eléctrica de los músculos bíceps y tríceps braquial durante la contracción isométrica máxima del bíceps braquial. (t: 5,07, P (T<=t) dos colas 0,00011204 Grado de libertad: 16)

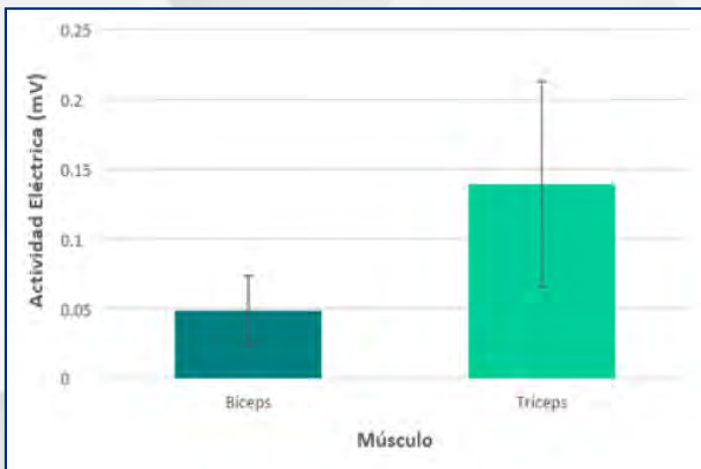


Figura 3. Promedio y desviación estándar de la actividad eléctrica de los músculos bíceps y tríceps braquial durante la contracción isométrica máxima del tríceps braquial. (T: -5,61, P (T<=t) dos colas 0,00003866, Grado de libertad: 16)

Con el objetivo de evaluar el fenómeno de coactivación entre músculos antagonistas se cuantificó la actividad eléctrica del bíceps y el tríceps braquial al realizar una contracción isométrica máxima de cada uno de ellos. Se documentó una gran variabilidad en la actividad eléctrica en todas las contracciones, lo cual es atribuible a las diferencias de sexo, ejercitamiento previo y motivación personal.

Además, se observó que tanto en la contracción isométrica del bíceps (Figura 2) como en la contracción isométrica del tríceps (Figura 3) hay activación de ambos músculos. Sin embargo, la actividad eléctrica observada en el músculo agonista es mayor en ambos casos, presentando una diferencia estadísticamente significativa respecto al antagonista.

Estos resultados exponen que claramente existe actividad eléctrica tanto del bíceps como del tríceps braquial (músculos antagonistas) al realizar una contracción isométrica máxima de cualquiera de los dos músculos, confirmando que los valores experimentales obtenidos en nuestros reportes concuerdan con los datos previamente establecidos.³

DISCUSIÓN

Estos resultados se explican debido al control motor que se realiza en la corteza cerebral por medio de tres mecanismos: 1) la vía piramidal, la cual es esencial para el control de los movimientos voluntarios, en este caso la contracción del músculo agonista; 2) El cerebelo: se encarga de integrar el plan motor generado por la corteza cerebral con la información propioceptiva, y de esta manera modular y coordinar los movimientos a ejecutar^{7,8} y por último, 3) La acción del reflejo miotático inverso, ya que tiene un carácter plenamente inhibitor, por lo tanto, aporta un mecanismo de retroalimentación negativa que impide la producción de una tensión excesiva en el músculo agonista. Todos estos mecanismos se incorporan en la médula espinal y se evidencian con la coactivación muscular.^{9, 10}

La planeación del movimiento se inicia en la corteza cerebral y ganglios basales. Cuando se realiza un movimiento la zona intermedia de cada hemisferio cerebeloso recibe dos tipos de datos: 1) información procedente de la corteza cerebral motora y del núcleo rojo mesencefálico, que avisa al cerebelo sobre el plan de movimiento secuencial pretendido



durante las fracciones de segundo siguientes, e 2) información de retroalimentación procedente de las porciones periféricas del cuerpo, nn especial de los propioceptores distales (Órganos tendinosos de Golgi) de las extremidades, que transmite al cerebelo los movimientos reales resultantes. Una vez que la zona intermedia del cerebelo ha comparado los movimientos deseados con los movimientos reales, las células nucleares profundas del núcleo interpuesto envían unas señales eferentes correctoras: 1) de vuelta hacia la corteza cerebral motora a través de los núcleos de relevo en el tálamo, y 2) hacia la porción magnocelular (inferior) del núcleo rojo que da origen al fascículo rubroespinal. Este último, a su vez, se suma al fascículo corticoespinal junto con la información de los reflejos (miotático o miotático inverso) en su inervación de las motoneuronas más laterales contenidas en las astas anteriores de la sustancia gris de la médula espinal, las células que controlan las partes distales de las extremidades.¹¹

Las motoneuronas alfa son las encargadas de reclutar las fibras musculares para cada músculo (agonista y antagonista) de acuerdo con su grado de activación procedente de la información del cerebelo y corteza cerebral, y es gracias al balance entre esos dos, que se da la ejecución del movimiento de una manera precisa.¹²

El reflejo miotático inverso, se origina por el aumento en la tensión generada sobre el tendón del músculo agonista, el cual es censado por el Órgano de Golgi; la información generada por este es transmitida a través de una fibra nerviosa aferente hacia el asta posterior de la médula espinal, esta se bifurca y llega a la lámina 8 donde actúa sobre una interneurona excitatoria y una inhibitoria. Cuando se activa la interneurona excitatoria, esta estimula a la motoneurona alfa inhibitoria del músculo agonista, causando su relajación. Además, cuando se activa la interneurona inhibitoria, esta inhibe a la motoneurona alfa inhibitoria del músculo antagonista, produciendo la contracción de este.^{11, 13}

Las unidades motoras pueden activarse en diferentes momentos de la contracción muscular, esto depende del reclutamiento de diferentes unidades motoras (UM).

Las propiedades contráctiles de las fibras musculares varían entre los tipos de fibras, por lo que es probable que la fuerza desarrollada por un músculo entero dependa de los patrones de reclutamiento y de las propiedades contráctiles de las diferentes fibras del músculo.¹⁴





INSULINORRESISTENCIA Y GRASAS:

La revolución del manejo de la diabetes mellitus tipo 2

Dra. Mariana Fabian Montero
M.Sc en Ciencias de la Nutrición
Universidad Martin Luther Halle-Witemberg, Alemania
CPN:1062-12

Recibido:16/1/19
Publicado: 20/2/19

Costa Rica, al igual que países desarrollados presenta un comportamiento creciente en incidencia, prevalencia y mortalidad asociada a la diabetes mellitus tipo 2.¹ Por lo que dicha pandemia ha convocado a científicos a investigar con mayor profundidad diferentes factores que pueden intervenir en la aparición, complicaciones y posibles medidas terapéuticas efectivas para contrarrestar esta problemática. Si bien es cierto, gran cantidad de estudios muestran que el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2 se debe a un estilo de vida poco saludable^{2,3}; sin embargo, investigaciones recientes evidencian que la arquitectura genética tiene una trascendencia relevante en el desarrollo de la patología.

Científicos coinciden en que alelos comunes compartidos por gran cantidad de individuos en el mundo son responsables del riesgo de desarrollo de diabetes mellitus tipo 2. Por ello, la medicina del futuro demuestra que es imprescindible considerar a la hora de la prevención y el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2, la composición genética de cada persona; es decir un abordaje individualizado, para lograr un tratamiento eficaz⁴.

La secuencia del genoma humano ha permitido desde el punto de vista de la nutrición, el desarrollo de una nueva disciplina denominada nutrición molecular, la cual se compone de la nutrigenómica encargada de la regulación de la expresión genética por medio de ciertos nutrientes; mientras que la respuesta de la estructura genética de un individuo en particular a ciertos nutrientes, se le conoce como nutrigenética.⁵ Actualmente, gracias a los avances científicos se ha logrado identificar la incidencia de la interacción gen-nutriente en muchas enfermedades crónicas, así como ha sido posible identificar polimorfismos que predisponen a dichas patologías bajo la presencia de una alimentación poco saludable.⁶

El abordaje nutricional para las personas con diabetes mellitus tipo 2 se ha centrado en eliminar los carbohidratos simples de su alimentación, y moderar el consumo de carbohidratos complejos, como parte de la estrategia.

En la actualidad, se ha logrado identificar que no solo el control de los carbohidratos es importante en la terapia nutricional, sino que la cantidad y principalmente el tipo de grasas tienen su acción nutrigenética.⁶ La evidencia muestra que los ácidos grasos saturados (AGS) propenden a la insulinoresistencia. En estudios randomizados se ha demostrado que en los pacientes con sobrepeso e insulinoresistencia predominan los AGS en la estructura de triglicéridos plasmáticos.⁵

El posible mecanismo de acción asociado a la resistencia insulínica se ha asociado a un bloqueo posreceptor, del receptor de insulina (IRS 1) a nivel de la membrana celular del músculo e intramiocitaria.^{6,8} Ello tiene como consecuencia una disminución de la codificación genética del receptor GLUT4. Además, los ácidos grasos saturados y trans influyen en la fluidez de la membrana, lo que puede generar una alteración en el acceso al receptor de insulina.^{6,8,9} Asimismo, estudios en ratas han establecido que los AGS tienen una regulación descendente del receptor largo de la leptina en hipotálamo, por lo que resultan ser orexigénicos y lipogénicos, Incidiendo directamente con la obesidad e insulinoresistencia.⁶ Por otro lado, los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) han demostrado un posible efecto protector sobre la insulinoresistencia y la aparición de la diabetes mellitus tipo 2. Diversos estudios han evidenciado una asociación entre los AGPI (omega-6 y omega-3) y la disminución de triglicéridos en músculo esquelético, cardiomiocito y células beta, lo

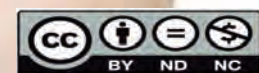


cual genera una mejora en la sensibilidad a la insulina.^{7,8} Recientes investigaciones sugieren una posible regulación de los AGPI sobre los Receptores Proliferadores de Peroxisoma Activados (PPAR,) por sus siglas en inglés, los cuales tienen como función la homeostasis del metabolismo de la glucosa y los lípidos.

Los PPAR alfa presentes en grandes concentraciones en el miocito esquelético, activados por ligandos como los ácidos grasos de cadena larga, tienen como función principal promover la beta oxidación en peroxisomas y mitocondrias, controlando de esta forma la grasa ectópica⁸. Al mismo tiempo, los AGPI inhiben la lipogénesis hepática mediante la inactivación de: la proteína de unión al elemento regulador del esteroide SREBP-1, Factor nuclear Y (NFY), Factor hepático nuclear 4 (HNF-4), disminuyendo la gluconeogénesis e hiperinsulinemia compensadora.^{6,7,8} La terapia nutricional del paciente en riesgo o con diabetes mellitus tipo 2 debe ser enfocada a reemplazar el uso de grasas trans y grasas saturadas, por nutrientes alternativos como lo son los ácidos grasos poliinsaturados, como posible método para reducir la insulinoresistencia. De esta forma, las nuevas tendencias en la nutrigenética, permiten centrar la atención terapéutica hacia la respuesta genética de cada individuo a ciertos nutrientes en particular, sugiriendo ser el tratamiento del futuro.

REFERENCIAS

1. Cubero-Alpizar C (2017). Comportamiento de la diabetes mellitus en Costa Rica. Horizonte sanitario 12(3) Recuperado 3 de diciembre de 2018, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/hs/v16n3/2007-7459-hs-16-03-00211.pdf>
2. Hernández-Murúa, José Aldo, Salazar-Landereros, María Magdalena, Salazar C, Ciria Margarita, Gómez-Figueroa, Julio Alejandro, Ortiz Bojórquez, Cándido, De Souza-Teixeira, Fernanda, & De Paz-Fernández, José Antonio. (2015). Influencia del estilo de vida y la funcionalidad sobre la calidad de vida relacionada con la salud en población mexicana con salud comprometida. Educación Física y Ciencia, 17(1), 00. Recuperado en 03 de diciembre de 2018, de <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S2314-25612015000100005&lng=es&tlng=es>.
3. Hernández Ruiz de Equilaz, M., Battle, M. A., Martínez de Morentin, B., San-Cristóbal, R., Pérez-Diez, S., Navas-Carretero, S., & Martínez, J. A.. (2016). Cambios alimentarios y de estilo de vida como estrategia en la prevención del síndrome metabólico y la diabetes mellitus tipo 2: hitos y perspectivas. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 39(2), 269-289. Recuperado en 03 de diciembre de 2018, de <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S1137-66272016000200009&lng=es&tlng=pt>.
4. University of Michigan. (2016). Genetic architecture of type 2 diabetes explored. ScienceDaily. Recuperado en 3 de diciembre de 2018 de www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160711/16071121331.htm
5. De Lorenzo, David. (2017). ¿Qué es la nutrigenómica?. Recuperado en 3 de diciembre de 2018, de <http://www.delorenzo.es/2017/05/18/que-es-la-nutrigenomica/>
6. Pisabarro, Raúl. (2006). Nutrigenética y nutrigenómica: la revolución sanitaria del nuevo milenio: Implicancias clínicas en síndrome metabólico y diabetes tipo 2. Revista Médica del Uruguay, 22(2), 100-107. Recuperado en 03 de diciembre de 2018, de <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S1688-03902006000200005&lng=es&tlng=es>.
7. Imamura F, Micha R, H. Y. Wu J., de Oliveira Otto M, D. Otite F, Abioye A, Mozaffarian D (2016). Effects of Saturated Fat, Polyunsaturated Fat, Monounsaturated Fat, and Carbohydrate on Glucose-Insulin Homeostasis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Feeding Trials. PLOS Medicine Recuperado en 3 de diciembre de 2018, de Effects of Saturated Fat, Polyunsaturated Fat, Monounsaturated Fat, and Carbohydrate on Glucose-Insulin Homeostasis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomised Controlled Feeding Trials
8. Pereira S, Breen D, Naassan A, Wang P, Uchino H, Fantus G, Carpentier A, Gutierrez-Juarez R, Brindley D, Lam T, Giacca A. (2015). In vivo effects of polyunsaturated, monounsaturated, and saturated fatty acids on hepatic and peripheral insulin sensitivity Metabolism 64(2), 315-322. Recuperado en 03 de diciembre de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002604951400328X>
9. Ishibashi K, Takeda Y, Atsumi G. (2018). Effect of trans fatty acid on insulin responsiveness and fatty acid composition of lipid Species of 3T3-L1 Adipocytes. IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.76646. Recuperado 3 de diciembre de 2018: <https://www.intechopen.com/books/adipose-tissue/effect-of-trans-fatty-acid-on-insulin-responsiveness-and-fatty-acid-composition-of-lipid-species-of>





LUMBALGÍA CRÓNICA

Revisión de su importancia clínica y abordaje desde la fisioterapia

Lic. Francisco Bonilla Alvarado
Clínica de fisioterapia UCIMED.
Universidad de Ciencias Médicas

Recibido: 8/1/19
Publicado: 20/2/19

La lumbalgia se describe como una entidad clínica caracterizada por dolor en la región vertebral o paravertebral de la región lumbar, y puede extenderse desde la última costilla y los pliegues glúteos¹

Ocho de cada diez personas sufren de lumbalgia alguna vez en su vida, y constituye el 70% de todos los dolores de espalda¹. Por tanto, es bien conocido que la prevalencia de dolor lumbar es alto en la población mundial², siendo la causa más frecuente de incapacidad en la población comprendida entre los 16 y 44 años.¹ Datos presentados en el 2017 por la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) reflejan que las afectaciones de dolor en la espalda son las que más incapacitan a la población laboral costarricense, según datos del Sistema de Registro, Control y Pago de Incapacidades.³ Autores mencionan que esta afectación representa un problema con alto impacto social, laboral, familiar y económico⁴, ya que las personas pueden llegar a presentar niveles significativos de discapacidad y deterioro funcional físico.

Según la etiología, la lumbalgia puede ser clasificada como inespecífica

o específica. Si existe una razón conocida, esta será considerada como específica, las cuales comprenden alrededor de un 20%, siendo las principales causas las hernias discales o fracturas osteoporóticas, y el 5% debidas a un problema grave como procesos tumorales o aneurisma de aorta¹. Por otra parte, aquellos casos donde no se conoce la etiología serán nombrados como lumbalgia inespecífica, constituyendo el 85% de los casos.²

La lumbalgia puede presentarse de manera aguda (tras un traumatismo o aumento de la intensidad y duración a de una lumbalgia existente) o crónica (período de dolor lumbar mayor a tres meses) por la afectación de algún segmento anatómico, esto comúnmente se asocia a microtraumatismos repetidos en músculos, tendones, ligamentos de la columna lumbosacra⁵. Asimismo, el dolor mecánico tiene la tendencia a exacerbarse con la actividad física o sobrecarga y mejora con el reposo y posturas antiálgicas, a diferencia de un dolor inflamatorio que aumenta con el reposo y mejor con la actividad física⁶. Por lo general, el dolor puede

ser descrito en banda desde el centro de la columna lumbar hacia los lados, sensación de opresión de la región muscular paravertebral lumbosacra, debilidad del miembro inferior asociada al dolor experimentado, además, pueden existir sensaciones radicales hacia la región glútea y rara vez se desarrollan parestesias al miembro inferior⁵.

Ante la anamnesis, es importante realizar un análisis minucioso, ya que es fundamental para la aproximación diagnóstica. Se debe realizar un reconocimiento del tipo de dolor presente, tiempo de evolución, localización, irradiaciones, relación con la postura o movimientos, factores agravantes, atenuantes, episodios previos, síntomas y signos de alarma.¹ Además, se deben tomar en cuenta los factores de riesgo como la edad (entre 20 a 50 años), el tabaquismo, la obesidad, el sexo femenino, el trabajo tanto físico como el psicológicamente estresante, el sedentarismo, la insatisfacción laboral, o los trastornos psicológicos¹. Ante la exploración física, primeramente se hará una inspección visual de manera estática



(posturas antiálgicas, asimetrías, cicatrices, deformidades y demás) dinámica (exploración de la movilidad de columna) y la marcha. Ante la palpación, resulta común encontrar sensibilidad de la musculatura paravertebral⁵. Se palpará para la identificación de puntos gatillos miofasciales (cuadrado lumbar, iliopsoas, glúteo medio, iliocostal lumbar, longuísimo torácico, multifidos lumbares)⁷, articulación sacroilíaca, apófisis espinosas, crestas ilíacas y demás perfiles óseos. Por otra parte, la valoración neurológica es importante para evaluar afectaciones radiculares, entre algunas maniobras (Lasegue, Braggard, entre otras), reflejos rotulianos, aquileos, valoración de la sensibilidad y pruebas del examen manual muscular. Existen algunos hallazgos llamados banderas rojas o criterios alarmantes que deben ser remitidos a una evaluación médica completa. Entre algunos de estos signos se encuentran infecciones, fiebre, adenopatías, dolor intenso que no cede con el reposo, alteraciones de esfínteres, déficit neurológico grave por compresión de cola de caballo, tumor o masa pélvica, pacientes inmunosuprimidos, historial de cáncer o sospecha de fractura vertebral⁶. Anatómicamente existen distintos sistemas de estructuras que permiten dar la estabilidad a la región lumbar. Estos sistemas son llamados pasivos, activos y neurales. El sistema pasivo consiste en estructuras articulares no contráctiles (ligamentos, perfiles articulares, cápsulas articulares, disco intervertebral y demás), el sistema neural está conformado por los receptores neurales que reciben la información desde las estructuras pasivas y activas. Por último, el sistema activo comprende las estructuras musculares. Este sistema se puede dividir en dos principales grupos estabilizadores: globales y locales. Los músculos estabilizadores globales o multisegmentarios permiten movimientos amplios del tronco y cadera a través de músculos

grandes. Por otra parte, los músculos locales juegan un rol importante de la estabilización segmentaria lumbar, entre estos encontramos músculos de la capa profunda como lo son los multifidos, transversos abdominal, musculatura del suelo pélvico y el diafragma². Teniendo esto en cuenta, se puede inferir que el entrenamiento muscular en el proceso del tratamiento en fisioterapia es esencial para permitir dar la estabilización central, de manera que, se permita que el paciente logre controlar el movimiento del componente central durante sus actividades de movimiento dinámico del tronco y extremidades. Otras medidas terapéuticas utilizadas son la realización de estiramientos de tejidos blandos, movilizaciones neurales, técnicas de manipulación vertebral, agentes físicos y eléctricos, fisioterapia invasiva, entre otras series de técnicas. Resulta importante mencionar que la educación postural y del manejo del dolor es fundamental en el tratamiento de la lumbalgia crónica. Actualmente, se conoce que el dolor crónico es una entidad clínica compleja, toma en cuenta más allá de los modelos anatómicos, biomecánicos y físicos. El dolor es definido por la Association on the Study of Pain (IAPS) (2012) como: "Experiencia sensitiva y emocional desagradable que refleja daño titular potencial o real, o se describe en términos de dicho daño". Esta definición dada por dicha organización internacional toma en cuenta la esfera psicosocial, la cual es conocida como un factor predictor de discapacidad a largo plazo y dolor crónico⁸. Por tanto, el rol de la fisioterapia en la esfera psicosocial debe ir orientada hacia la promoción de información al paciente en razón de su educación, abordaje del temor al movimiento que pueda tener, reconocimiento de la patología y la función⁸.

Como se ha mencionado, la complejidad del dolor es un hecho contundente. Su prevalencia mundial

a nivel lumbar es una realidad que afecta a la población, sin dejar por fuera nuestro país. Su manejo mediante equipos interdisciplinarios es esencial para proveer medidas preventivas orientadas a la población⁴.

La investigación emergente sobre el dolor de origen mecánico valida el concepto de que especialidades como la fisioterapia son básicas para tratarlo, esto por su trasfondo biológico, uso del movimiento y ejercicio, métodos prácticos y sencillos⁸.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Movasat Hajkhan, C. Bohórquez Heras, A. Turrión Nieves y M. Álvarez de Mon Soto. Protocolo diagnóstico del dolor lumbar mecánico. *Medicine*. 2017;12(26):1541-5.
2. Finta R, Nagy E, Bender T. The effect of diaphragm training on lumbar stabilizer muscles: a new concept for improving segmental stability in the case of low back pain. *J Pain Res*. 2018 Nov 28;11:3031-3045. doi: 10.2147/JPR.S181610.
3. Caja Costarricense del Seguro Social. [Internet]. Caja Costarricense del seguro Social. 2018. Citado el 05 de febrero de 2019. Recuperado de: <https://www.ccss.sa.cr/noticia?dolores-de-espalda-son-las-que-mas-incapacitan-a-poblacion-laboral-tica>
4. Rubi Mejía R, Guevara U, Martínez E, Rivera MB, Roa-Aguirre L. Prevalencia del dolor de espalda baja en un centro interdisciplinario para el estudio y tratamiento del dolor. *Revista Mexicana de Anestesiología*. Vol. 37. No. 1 Enero-Marzo 2014 pp 5-II
5. Lotke P, Abboud J, Ende J. *Ortopedia* (2 ed.). Walker Kluwer, 2016.
6. J. Sanz Sanz, A. Prada Djeda, J.L. Andreu Sánchez y J. Mulero Mendoza. Protocolo diagnóstico de la lumbalgia mecánica crónica. *Medicine*. 2009;10(30):2035-7
7. Travell J, Simons D. *Myofascial Pain and Dysfunction The Trigger Point Manual: The Lower Extremities* (Vol 2). Lippincott Williams & Wilkins, 1997.
8. Brozman B, Manske R. *Rehabilitación ortopédica clínica: Un enfoque basado en la evidencia* (3 ed.). Elsevier España, S. L., 2012.



V

POR: Daniela Vargas Molina y Hilary Solis Méndez / Estudiantes de Farmacia UCIMED

Revisión: Dr. Luis Carlos Monge Bogantes, MSc. Docente, Farmacéutico, Máster Atención Farmacéutica Integral

Recibido: 09/2/19

Publicado: 20/2/19

RESUMEN: Este trabajo realiza una recopilación bibliográfica de diversas fuentes de información importantes dentro del área de Farmacotecnia. El objetivo es abarcar las diversas áreas de obtención de información en Farmacotecnia, así como el uso correcto de estas para el desarrollo de trabajos de investigación. Esta investigación presentará información relevante sin importar la ubicación ya que las fuentes consultadas se distribuyen alrededor del mundo física o digitalmente.

PALABRAS CLAVE: Farmacotecnia, criterios, evaluación, fuentes de información.

ABSTRACT: This work carries out a bibliographic compilation of various important sources of information within the area of Farmacotecnia. The objective is to cover the different areas of information obtaining in Farmacotecnia, as well as the correct use of these for the development of research papers. This research will present relevant information regardless of the location since the consulted sources are distributed around the world by either physical or digital means.

KEYWORDS: Farmacotecnia, criteria, evaluation, information sources.

Introducción

El farmacéutico es el profesional responsable del arte y la ciencia de preparar y expender medicamentos; el mismo se encuentra entrenado en las áreas naturales, físicas y sociales de las ciencias de la salud siendo consciente de que un error en su ejercicio profesional puede tener repercusiones catastróficas.

Por este motivo la constante actualización es de vital importancia para el farmacéutico encargado de la Unidad de Farmacotecnia para evitar cometer un error en su trabajo.

Durante los últimos años, las fuentes de información en el área de farmacia han tenido un crecimiento exponencial significativo permitiendo hoy día contar con un gran número de recursos bibliográficos, entre los cuales destacan libros, artículos y páginas de Internet. Sin embargo, la creciente aparición de nueva información debe ir de la mano con el desarrollo de habilidades, por parte del farmacéutico, para obtener información que cumpla con los niveles de calidad establecidos, de manera rápida y eficiente para la elaboración de los medicamentos.

El siguiente artículo corresponde a una recopilación y revisión bibliográfica sobre las diversas fuentes de información útiles para el área de preparaciones magistrales en los servicios de farmacia (farmacotecnia). Para el desarrollo del mismo se utilizó como guía la clasificación de la información según los criterios establecidos por los autores Silvestrini, M. y Vargas, J.

Fuentes de Información

Una manera de simplificar la búsqueda de información es por medio de la clasificación de esta según la fuente de origen. Según Silvestrini, M. y Vargas, J.; las fuentes de información son "[...] todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia" (Silvestrini & Vargas, 2008, p.1), además estos pueden ser clasificados según su origen en primarias, secundarias y terciarias.

Las fuentes de información primarias son aquellas que contienen información original, la cual es publicada por primera vez y que es el resultado de un trabajo intelectual. Por otra parte, las fuentes de información secundarias son aquellas que, por lo general, sintetizan fuentes de información de primer orden para lograr una búsqueda más clara de estas. Por último, una fuente de información terciaria es aquella que contiene información recopilada de una fuente secundaria, contiene por ende, y a la vez, información primaria. La tabla I muestra la clasificación de las fuentes utilizadas en la presente recopilación bibliográfica.



NIVEL	DOCUMENTOS
PRIMARIAS	Remington's Farmacia. Práctica Contemporánea en Farmacia. The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding.
SECUNDARIAS	Aspectos Prácticos de Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia. Preparación de Medicamentos. Formulación Magistral. Volumen II.
TERCIARIAS	Pharmaceutical compounding: Recent advances, lessons learned and future perspectives. Formulación magistral: el estado del arte.

a. Fuentes de Información Primarias

Se establecieron los siguientes criterios para comparar las fuentes de información primarias utilizadas en este artículo: cálculos farmacotécnicos, instrumentos de preparación, estabilidad de medicamentos, control de calidad, formas farmacéuticas y farmacocinética. Además, se incluyen criterios que solo son contenidos en una fuente y le brindan a esta una ventaja sobre las otras. Los criterios se organizaron según la fuente de origen como se observa en la Tabla 2 de este documento, para una visualización más clara de estos.

Las tres fuentes de información consultadas presentan un capítulo dedicado a fórmulas de uso farmacéutico, en el libro "Remington's Pharmacy" también se incluyen cálculos generales de la matemática como densidad, exponentes, potencias y raíces, conversiones, entre otros. En el capítulo de cálculos

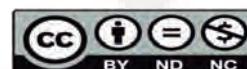
farmacéuticos se incluyen fórmulas específicas para su uso en farmacia, tales como: equivalentes domésticos, cálculo de dosis, dosis pediátricas, procedimientos para reducir o ampliar formulas cuali-cuantitativas, relación de concentraciones, aligación alterna, alícuotas y cálculos de solución alcohólica.

Las otras dos fuentes consultadas incluyen cálculos farmacéuticos más relevantes para el área de farmacotecnia. El libro de Judith Thomson "Práctica Contemporánea en Farmacia" incluye fórmulas y procedimientos para calcular: isotonicidad, alícuotas (sólido-sólido; líquido-líquido), diluciones en serie sólido-sólido, y regímenes de dosificación. Mientras que el libro de Allen, L.V. "The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding", contiene fórmulas útiles como: relación entre peso molecular y cantidad física requerida, compuestos con sales orgánicas e inorgánicas, compuestos con ésteres, cálculos de alícuotas, diluciones y concentrados, método de equivalencia en sodio.

Sobre los instrumentos de preparaciones farmacotécnicas, únicamente los libros "Práctica Contemporánea en Farmacia" y "The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding" contienen información al respecto. El primero contiene información sobre los requisitos mínimos que debe cumplir el equipo para elaborar medicamentos en las farmacias, funciones de los principales instrumentos para realizar preparaciones e información sobre los instrumentos que se utilizan para diferentes procesos. Mientras que el segundo contiene información importante sobre los principales instrumentos de uso para preparaciones estériles, los usos de los instrumentos para preparaciones en farmacia y una amplia descripción comparativa de instrumentos con funciones similares.

La Farmacopea de los Estados Unidos y el Formulario Nacional (USP-NF), citada por Judith Thomson define estabilidad como: "[...] el grado en el cual un producto retiene, dentro de los límites especificados y durante su periodo de almacenamiento y uso, las mismas propiedades y características que poseía en el momento de manufactura" (Thomson, 2005, p.573). En el libro "Práctica Contemporánea en Farmacia" se incluyen las principales propiedades que debe mantener un producto para mantener su estabilidad;

	Remington's Pharmacy	Práctica Contemporánea en Farmacia	Remington's Pharmacy
Cálculos farmacotécnicos	Sí incluye	Sí incluye	Sí incluye
Instrumentos de preparación	No incluye	Sí incluye	Sí incluye
Estabilidad de medicamentos	No incluye	Sí incluye	Sí incluye
Control de calidad	Sí incluye	No incluye	Sí incluye
Formas farmacéuticas	Sí incluye	Sí incluye	Sí incluye
Farmacocinética	Sí incluye	No incluye	Sí incluye



cambios físicos que presenta un producto a la hora de ir perdiendo estabilidad; consideraciones que deben tenerse con fármacos sensibles a la oxidación y cambios químicos que muestran pérdida de estabilidad en un producto farmacéutico.

El libro de Allen, L.V. incluye las consideraciones en cuanto a la estabilidad de un medicamento: factores que afectan la estabilidad, pasos físicos para llegar a una inestabilidad, el método Q10 para determinar el tiempo de vida de un fármaco en el estante, consideraciones con respecto a los contenedores, observaciones de inestabilidad, oxidación y antioxidantes; y, asignación de una fecha post-caducidad. Además, Allen, L.V. menciona lo siguiente sobre los productos farmacotécnicos que los pacientes se llevan a sus hogares: "La estabilidad de estos medicamentos requiere investigación adicional, y se necesitan muchos estudios para generar la información necesaria" [traducida] (Allen, 2012, p. 83).

Sobre el tema de control de calidad, únicamente los libros "Remington's Pharmacy", y "The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding" contienen información importante sobre este tema. El primero menciona la legislación de la FDA (Food and Drugs Administration) que regula la calidad de productos farmacéuticos, la regulaciones de la GMP (Buenas Prácticas de Manufactura) sobre la calidad de medicamentos, e incluye información importante sobre la calidad y biotecnología farmacéutica. El segundo menciona las pruebas físicas, químicas y analíticas para determinación de calidad, pruebas para preparaciones estériles, tipos de métodos analíticos y resultados fuera de especificación.

Todas las fuentes analizadas incluyen información sobre las distintas formas farmacéuticas. Los libros "Remington's Pharmacy" y "The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding" cuentan con el más amplio contenido al respecto, incluyendo en cada capítulo datos como: historia, administración, consideraciones generales y proceso general de fabricación de cada una de las principales formas farmacéuticas. Los capítulos incluidos son los siguientes: polvos o granulados, soluciones, emulsiones, suspensiones y extractos; preparados parenterales, mezclas intravenosas, preparados oftálmicos, medicamentos de aplicación tópica, medicamentos orales sólidos y aerosoles. El segundo libro cuenta con información adicional sobre subtipos de las distintas presentaciones farmacéuticas, control de calidad, empaque, dispensación, almacenamiento, etiquetado, estabilidad y preparaciones farmacotécnicas. Además, este contiene información sobre otras formas farmacéuticas tales como: cápsulas, tabletas, soluciones,

preparaciones óticas y nasales e inhaladores.

El libro de Judith Thomson, "Práctica Contemporánea en Farmacia"; cuenta con información de las formas farmacéuticas de importancia en farmacotecnia. Sobre las distintas presentaciones de los medicamentos se puede encontrar: definiciones importantes, usos, ventajas y desventajas de las formas farmacéuticas, propiedades, compatibilidad, estabilidad y fecha de vida útil. Además, cuenta con varias preparaciones farmacotécnicas sobre las cuales incluye: cálculos farmacéuticos básicos, cálculos de dosis y concentraciones, métodos de preparación, control de calidad y asesoría al paciente. Las formas farmacéuticas descritas incluye: polvos o granulados, cápsulas y otras formas sólidos orales, disoluciones, soluciones oftálmicas, suspensiones, emulsiones, ungüentos, cremas, geles y pastas, supositorios y productos parenterales.

El Dr. Aguilera L. define farmacocinética como: "[...] la relación que existe entre la dosis administrada y la CP (concentración plasmática del fármaco) lo cual implica el estudio de los diferentes procesos biofarmacéuticos de absorción, distribución y biotransformación, en definitiva, el estudio de lo "que el organismo hace con el fármaco" (Aguilera, s.f., p. 10). El libro "Remington's Pharmacy" incluye un capítulo con información de la farmacocinética básica, en el cual incluye concentraciones de drogas en función del tiempo, modelos farmacocinéticos, velocidades de reacción, órdenes de reacción, consideraciones analíticas, administración de dosis múltiples, absorción, entre otros parámetros. El libro de Allen, L.V. también incluye un capítulo dedicado a este tema, en este se puede encontrar historia, definiciones, aplicaciones, consideraciones fisicoquímicas. Entre estos dos libros analizados, el Remington's Pharmacy incluye una información mucho más completa y enfocada al tema.

En cuanto a ventajas que posee un libro sobre otro, podemos destacar que el libro de Gennaro, A., posee la información de manera más extensa y completa. Además, un apartado incluido únicamente en este libro es el de legislación en farmacia, en esta sección se incluyen leyes estatales (de los Estados Unidos de Norteamérica), comisiones de farmacia, destituciones, organización de los servicios de farmacia y farmacotecnia, consideraciones de importancia de la Ley Federal de Alimentos, Drogas y Cosméticos (FDA), Ley Integral de Prevención y Control de Abuso de Drogas, registros, informes, inventarios, prescripciones, inspecciones de la DEA, Ley de Envases para Prevenir Envenenamientos, publicidad farmacéutica y otros temas relacionados con la deontología farmacéutica.

	Materias primas	Excipientes de formulaciones magistrales	Cálculos, fórmulas y unidades	Formas farmacéuticas
Aspectos Prácticos de Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia	Si incluye	Si incluye	Si incluye	Si incluye
Preparación de Medicamentos, Formulación Magistral. Volumen II.	Si incluye	No incluye	Si incluye	Si incluye

del libro "The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding", posee información sobre dos áreas de gran importancia y emergentes en la profesión farmacéutica actual, que no se abarca en los otros libros: Veterinaria y Cosmética. Sobre el tema de veterinaria incluye una breve introducción con la explicación de la relación de los farmacéuticos y los veterinarios; guías la preparación de medicamentos veterinarios, marco regulatorio, consideraciones farmacológicas, farmacocinética, fisiología y algunas preparaciones veterinarias. Sobre el tema de cosméticos se incluye tipos de cosméticos, vehículos de uso cosméticos, cambios en aplicaciones cosmocéuticas, control de calidad y algunas preparaciones ejemplo.

b. Fuentes de Información Secundarias

El análisis de las fuentes de información secundarias se hizo con base en los siguientes documentos: "Aspectos Prácticos de Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia" y "Preparación de Medicamentos, Formulación Magistral. Volumen II." Los criterios a evaluar se analizarán de acuerdo a su aparición dentro de las fuentes estudiadas, estos son: materias primas, excipientes de formulaciones magistrales, cálculos, fórmulas y unidades y formas farmacéuticas en preparaciones magistrales. Estos se pueden ver organizados según criterio y fuente en la Tabla 3 de este documento.

Con respecto al tema de materias primas, el documento "Aspectos Prácticos de Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia", incluye un capítulo dedicado al mismo. Dentro de este capítulo se incluye la importancia de la legislación -española- para el control de la calidad de materias primas, la misma se incluye bajo las Normas de Correcta Elaboración (NCE) de Medicamentos Magistrales. En ese documento se encuentran los criterios para la escogencia de un proveedor de materias primas, dentro de los cuales Piñeiro, G., menciona: "legalmente autorizado, con un sistema de gestión de calidad implantado, con un sistema de consultas y de información técnica rápido y dinámico, con una oferta óptima de fraccionamiento de envases, con un precio muy competitivo" (Piñeiro, G., 2011, p. 59). Además se incluye un cuadro de los principales distribuidores de materias primas para España, el cual incluye el nombre de la distribuidora y el link para ingresar a su página web.

Por el contrario, el documento "Preparación de Medicamentos, Formulación Magistral. Volumen II", únicamente incluye una descripción de las materias primas, dentro de la cual se incluye la recepción, el registro, la cuarentena y el control de calidad de las mismas. En cuanto a la recepción se establecen los siguientes criterios: "el producto recibido se corresponde con el pedido; el albarán de entrega coincide con el material recibido; el estado de envases, embalajes y etiquetado es el correcto" (2010, p. 27). Dentro del registro se incluye los siguientes puntos: número del registro interno, nombre del producto, proveedor, número de lote, fecha de caducidad, aceptación o rechazo, entre otros. El Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid, España) menciona la importancia del estado de cuarentena y la explicación de cómo se lleva a cabo este proceso, dentro de la sección de elección de materias primas.

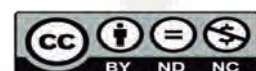
En cuanto a la inclusión de excipientes, el documento de Piñeiro, G., posee todo un capítulo dedicado a este tema. Este capítulo representa una herramienta muy completa, ya que dentro de este se incluyen los siguientes

temas: "Características generales de los excipientes, importancia de los excipientes, excipientes de declaración obligatoria y tipos de excipientes según su función" (Piñeiro, G., 2011, p. 70). Además de presentar todas estas herramientas, incluye dentro de cada categoría de tipos de excipientes, una lista de los principales excipientes dentro de dicha categoría y además cuidados o precauciones que se deben tener al utilizar cada uno de estos. En contraste con el documento redactado por el Hospital Universitario 12 de Octubre, el primero contiene una lista de información mucho más extensa, el segundo documento no contiene información específica sobre los excipientes de uso Farmacotécnico. Sin embargo, dentro del documento Preparación de Medicamentos, Formulación Magistral. Volumen II se puede encontrar los excipientes detallados a utilizar en diferentes preparaciones, tanto como cantidades, concentraciones y las condiciones de estos.

Ambos documentos analizados presentan un capítulo u apartado de cálculos para la realización de procedimientos Farmacotécnicos. El documento "Aspectos Prácticos de Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia" incluye un capítulo en el cual se encuentra información sobre las unidades utilizadas en Farmacotecnia, tanto las exactas como las inexactas; además presenta información relevante sobre la importancia de los decimales, el uso correcto de los mismos y el doble control de unidades y cálculos. Específicamente sobre este último tema, Piñeiro, G. menciona algunos cálculos importantes para Farmacotecnia, entre estos: "cálculos de preparación de disolución, adición de dos volúmenes, isotonicidad y solución tampón" (Piñeiro, G., 2011, p. 114).

El documento "Preparación de Medicamentos, Formulación Magistral. Volumen II", presenta una sección de apartado donde incluye algunos cálculos útiles para la preparación de las formas farmacéuticas detalladas dentro del mismo documento. Entre algunos de los cálculos farmacéuticos que se pueden encontrar descritos dentro de esta sección son: cálculo para la elaboración de una solución madre a partir de una solución inicial y el cálculo para conocer el peso final de cada papelito preparado. Las secciones de cálculos son mucho más generales que las del documento de Piñeiro, G.; sin embargo, son una herramienta útil para la formulación de las preparaciones magistrales.

En cuanto a las distintas fórmulas farmacéuticas, ambos documentos cuentan con información sobre las mismas, esta no se puede hallar en un capítulo determinado, sino en varios apartados dentro de cada documento. El documento publicado por el Hospital Universitario 12 de Octubre, presenta información -debidamente clasificada- sobre las distintas formas farmacéuticas y la preparación de distintas formas farmacéuticas magistrales según el Real Decreto. Sin embargo, el documento de Piñeiro, G. posee información más extensa sobre este tema, abarcando las formas farmacéuticas para preparaciones magistrales en pediatría, dermatología, oftalmología y alergología. Además, presenta información sobre la estabilidad de las distintas formas farmacéuticas, así como información sobre el establecimiento de su periodo de caducidad.



c. Fuentes de Información Terciarias

Las fuentes de información terciarias en Farmacotecnia son realmente escasas, y las pocas que logran sobresalir por lo general no cumplen los requisitos para su uso oficial. Sin embargo, en esta recopilación bibliográfica se rescataron dos fuentes de información terciarias, específicamente dos artículos; estos son: "Pharmaceutical compounding: Recent advances, lessons learned and future perspectives" y "Formulación magistral: el estado del arte".

Debido a la naturaleza de estas fuentes, su resumido contenido, falta de acreditación oficial, contenido de relevancia científica, no se utilizaron criterios específicos para la evaluación de las mismas, sino que se hizo una comparación entre ambas. Para la mencionada comparación se tomaron en cuenta puntos como cualidades, valor de información, accesibilidad, entre otros.

El objetivo principal del artículo "Pharmaceutical compounding: Recent advances, lessons learned and future perspectives", es dar a conocer sobre el área de "preparaciones magistrales. En el artículo se brinda la siguiente definición para este concepto "[...] una práctica en la que un farmacéutico licenciado, en el caso de una instalación de subcontratación, una persona bajo la supervisión de un farmacéutico licenciado, combina, mezcla o altera los ingredientes de un medicamento para crear un medicamento adaptado a las necesidades de un paciente individual" [traducido], definición de la FDA, citada en Siamidi, A., Pippa, N., & Demetzos, C., 2017, p.1.

El artículo anterior destaca información importante sobre la regulación que rige dentro del área de las preparaciones magistrales, el rol del farmacéutico de la unidad de Farmacotecnia, preparaciones magistrales especializadas, errores que se pueden cometer dentro de una preparación magistral. Cabe destacar que trata un tema de suma importancia en el que se habla de las preparaciones magistrales en relación a la atención médico - farmacéutica centrada en el paciente; este tema es de gran impacto porque esto es la esencia fundamental de la Farmacotecnia, es una práctica profesional que ayuda a poner al paciente como prioridad número uno dentro del sistema de salud y el ejercicio profesional de la farmacia.

El artículo "Formulación magistral: el estado del arte" contiene conceptos similares al artículo mencionado anteriormente, con la diferencia de que este es desarrollado en idioma español. En este se explica cómo la formulación magistral representa una función básica de los farmacéuticos dentro del sistema de salud, pero esta se encuentra en decadencia.

Granda, E. menciona lo siguiente sobre la razón de la existencia y decadencia de lo que conocemos como Farmacotecnia:

"El desarrollo de la especialidad farmacéutica y su preponderancia actual tiene menos de un siglo de existencia y ha supuesto un replanteamiento de toda la actividad profesional que ahora se dirige, además de hacia la dispensación, al seguimiento farmacoterapéutico y a la búsqueda de problemas relacionados con los medicamentos, quedando la formulación

magistral relegada a algunas especialidades médicas o a resolver problemas a los que la industria no atiende suficientemente." (Granda, E., 2004, p. 9)

En el artículo se menciona también información importante sobre temas como: situación legal de la formulación magistral, formulario nacional, la problemática en torno a la formulación, aplicación de las distintas comunidades autónomas, conceptos importantes durante los procesos de formulación magistral, entre algunos otros temas de relevancia dentro de Farmacotecnia.

Conclusiones y Recomendaciones

Dentro del análisis expuesto se determinó que existe una amplia cantidad de información dentro del área de las preparaciones magistrales. Dicha información se encuentra tanto en constante crecimiento, como en actualización, aunque no es fácil encontrarla y seleccionarla según su calidad como fuente de información. Por este motivo es necesario que los farmacéuticos cuenten con las habilidades necesarias para discernir entre información oficial e información extraoficial.

Se llega a cometer el error de pensar que dentro del área de Farmacotecnia la información es escasa, sin embargo, se llegó a la conclusión de que esta no es más que una falacia. Si bien es cierto se necesita de arduo esfuerzo para poder encontrar las fuentes de información confiables, pero estas abundan en libros, artículos, documentales e incluso revistas.

A manera de recomendación, cabe destacar que siempre que se realice una consulta dentro del área de Farmacotecnia o cualquier otra área de investigación es necesario discernir entre fuentes oficiales y extraoficiales, para no llegar a cometer un error que pueda llegar a ser catastrófico. Se espera que los farmacéuticos y demás profesionales sepan desarrollar habilidades para poder analizar la información que se encuentre a su disposición.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, L. (2012). The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding (4th ed). Washington, DC, United States.
- Dr. Aguilera, L. Conceptos básicos de Farmacocinética Farmacodinámica en TIVA. (s.f.). Recuperado de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/tiva_conceptos_basicos.pdf [Consultada 23 Noviembre, 2018]
- "Fuentes de Información". (n/a). Universidad de Alcalá. Recuperado de http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos_de_fuentes_de_informacin.html [Consultada 2 Noviembre, 2018]
- Gennaro, A. (2000). Remington's Pharmacy (20a ed). Buenos Aires, Argentina.
- Granda, E. (10 de noviembre, 2004). "Formulación magistral: el estado del arte.". Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-13068979> [Consultada 17 de Noviembre, 2018]
- Piñero, G. (septiembre, 2011). Aspectos Prácticos de la Farmacotecnia en un Servicio de Farmacia. Situación actual. España. Preparación de Medicamentos Formulación Magistral (vol. II). (2010). Madrid, España.
- Siamidi, A., Pippa, N., & Demetzos, C. (2017). "Pharmaceutical compounding: Recent advances, lessons learned and future perspectives". Recuperado de <https://www.oatext.com/pdf/GDT-2-115.pdf> [Consultada 17 de Noviembre, 2018]
- Silvestrini, M. (Enero, 2008). "Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias". Recuperado de <http://ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf> [Consultada 2 Noviembre, 2018]
- Thomson, J. (Julio, 2005). Práctica Contemporánea en Farmacia (2a ed). Iztapalapa, México.



ESTERILIZACIÓN DE TEJIDOS CELULARES

Recibido: 09/2/19
Publicado: 20/2/19

Por: Camacho Hernández Valeria, Chacón Soto María Fernanda, Chinchilla Ureña Cristina, Ureña Guerrero Jessica, Rojas Blanco María Laura / Estudiantes de Microbiología UCIMED

Resumen

Desde la década de los años 50 se han descrito procedimientos de almacenamiento de piel, gracias a los avances en ciencias de la salud a nivel mundial, en la actualidad se han descrito varios métodos empleados para la obtención de tejidos celulares estériles aptos para ser implantados en un ser humano y que garanticen tanto su funcionamiento como su inocuidad. Algunos de los métodos descritos son las radiaciones ionizantes, el óxido de etileno, el uso de antibióticos y antimicóticos y la inmersión en alcohol al 70% y acetona. De éstos, el que mejor cumple el objetivo son las radiaciones ionizantes principalmente la radiación gamma (ya hay una planta en el país). En Costa Rica, al día de hoy se tiene un Banco de Ojos, un Banco de Tejidos y el primer Banco de Tejidos Óseos de Centroamérica.

Antecedentes

En 1959 se describieron los primeros procedimientos para el almacenamiento de piel cadavérica mediante el uso de soluciones suplementadas con 10% de suero como agente preservador (Martínez Flores, y otros, 2016).

En 1992 se conoce a la radiación gamma como método de esterilización. La validación de dicho proceso se establece de acuerdo con la Norma ISO 11137:2006 (Horak, Pachado, Spinosa, Schwint, & Kairiyama, 2008). En el año 1997 se formó el Código de Práctica de OIEA para la Esterilización de Tejidos por Radiación, donde se permite disminuir la dosis de esterilización estándar aplicando lineamientos del aseguramiento de la calidad (Reyes Frías, Martínez Pardo, & Luna Zaragoza, 1997).

Revisión de métodos para esterilización de tejidos celulares

Los trasplantes han sido procedimientos quirúrgicos objeto de estudio de la medicina desde su invención. Vangsness et al., (2003) determinan que el concepto de esterilización es eliminar todos aquellos microorganismos o células en un material; no obstante, este concepto en tejidos debe

verse de una manera diferente, ya que no se podría hablar de esterilizar un tejido sin contemplar el hecho de que estaría matando al tejido en sí. Por lo tanto, el término correcto sería desinfección; sin embargo, se le llama esterilización debido a que “los tejidos esterilizados no transmiten agentes infecciosos”.

Las estructuras reconstruidas mediante Ingeniería de Tejidos: “ofrecen soluciones innovadoras para el tratamiento de numerosos padecimientos que aún carecen de opciones terapéuticas satisfactorias. A diferencia de los tratamientos tradicionales, permiten la regeneración real de las lesiones, logrando el restablecimiento de la funcionalidad del tejido u órgano afectado” (Rojas Chaves, y otros, 2015). Por ello, la obtención de nuevos equipos para investigación y la iniciativa realizada por nuevas investigaciones son fundamentales para el avance y desarrollo social que siempre vela por la seguridad y está en pro de la población costarricense.

Radiaciones ionizantes

Las radiaciones ionizantes se han establecido como el método más confiable para la esterilización de los tejidos, por lo que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) cuenta con un programa sobre la radioesterilización de tejidos (Reyes Frías, Martínez Pardo, & Luna Zaragoza, 1997).

La esterilización por medio de radiación gamma es un método seguro que se caracteriza por no dejar residuos y no modificar significativamente las características biomédicas del tejido, lo que lo convierte en un tejido aceptable para procesos como trasplantes (Luna Zaragoza, Reyes Frías, & Martínez Pardo, 2003).

Óxido de etileno (OE)

Jacas, et. al. (2012) exponen el método realizado con el gas Óxido de Etileno, el cual depende fundamentalmente de la concentración y presión del gas, el tiempo de exposición, la temperatura, la humedad y el grado de contaminación del material a esterilizar.

Su principal acción se debe a la modificación de la estructura del ADN, ARN y lípidos, con la consiguiente interrupción del metabolismo celular y muerte de la célula (Dockrell, 2002).



Antibióticos y antimicóticos

Este procedimiento consiste en sumergir la membrana que se desea esterilizar en una solución de antibióticos y antimicóticos. La desventaja que posee es que “implica el riesgo de crear bacterias resistentes a antibióticos” (Castro Piedad, y otros, 2015).

Inmersión en alcohol al 70% y acetona

Este método de esterilización se basa en sumergir las muestras de tejido en alcohol 70% y luego en acetona, los cuales previamente fueron destilados en filtros con poros de 0,22 µm. Sin embargo, se ha documentado que a las dos semanas de realizado el método de esterilización se puede observar crecimiento de microorganismos en Agar Papa Dextrosa (Castro Piedad, y otros, 2015).

Bancos de tejidos en Costa Rica.

Costa Rica cuenta con un Banco de Ojos desde el año 2000, el cual se ubica en la Clínica de Especialidades Oftalmológicas, que está adscrita al Hospital México. Este banco “procura y distribuye tejidos corneales, escleral y de membrana amniótica” (Solís Ramírez, 2012).

El primer Banco de Tejidos en nuestro país se inauguró en el Hospital Nacional de Niños (HNN) en el 2010, donde también se procesan otras muestras además de piel como lo son: válvulas cardíacas y pulmonares, arterias, pericardio, tejidos vasculares, así como membranas amnióticas (Castro Mora, 2014).

Se inauguró también en nuestro país en febrero del 2016, el primer Banco de Tejidos Óseos de Centroamérica, el cual está en el Hospital del Trauma de la Red de Servicios de Salud del INS. Se trituran los huesos que quedan como “residuos” en cirugías de reemplazo de cadera, por ejemplo; el material se analiza en el Banco de Tejidos y se realizan pruebas microbiológicas para asegurar su esterilidad y garantizar seguridad al paciente (Solano, 2016) (Cascante, 2016).

De igual manera, en el año 2016 el ITCR inauguró un laboratorio de irradiación gamma multipropósito; esta herramienta tiene un alto valor en el ámbito clínico, debido a que permitiría la radioesterilización de diversos tipos de tejidos para mejorar el tratamiento de enfermedades crónicas o de accidentes (Cordero Pérez, 2016).

Conclusiones

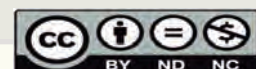
El método que emplea radiaciones ionizantes da como resultado la esterilización, por esto se puede decir que es el mejor de los métodos descritos hasta el momento. Por otra parte, la esterilización por OE, a pesar de ser un gas que es muy reactivo, es muy útil para la esterilización con las instalaciones y cuidados adecuados. El método

con antibióticos y antimicóticos posee un problema en común que es la posibilidad de que con el incremento del uso de estos químicos durante los procedimientos se vaya generando resistencia microbiana. Finalmente, la inmersión en alcohol 70% y acetona es el método menos recomendado para la realización de esterilización ya que puede presentar crecimiento microbiano en los tejidos.

Cabe mencionar que esta área se encuentra en gran desarrollo en nuestro país, ya que se nota el esfuerzo realizado por las distintas instituciones en mejorar cada vez más los bancos de tejidos en pro de la salud, al punto de tener nuestra propia planta de esterilización. Esto muestra el gran potencial que tiene este ámbito para los profesionales en ciencias de la salud como lo son los microbiólogos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cascante, S. (2 de Marzo de 2016). Banco de Tejidos del INS procesará huesos. La prensa libre, págs. <http://www.laprensalibre.cr/Noticias/detalle/60181/556/banco-de-tejidos-del-ins-procesara-huesos>.
- Castro Mora, A. G. (16 de Abril de 2014). Caja Costarricense de Seguro Social. Obtenido de Banco Nacional de Tejidos y Terapia Celular impacta la salud de la población con resultados positivos: <https://www.ccss.sa.cr/noticia?banco-nacional-de-tejidos-y-terapia-celular-impacta-la-salud-de-la-poblacion-con-resultados-positivos>
- Castro Piedad, S. E., Calvo Castro, L. A., Avarenga Venutolo, S., Centeno Cerdas, C., Ramos Madrigal, M., Vega Baudrit, J., . . . Rojas Chavez, M. (2015). Membranas de colágeno y quitosano de fuentes alternativas: evaluación para su uso potencial en ingeniería de tejidos. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(5), 58-68.
- Cordero Pérez, C. (28 de Enero de 2016). El Financiero. Obtenido de Instituto Tecnológico inaugura laboratorio de irradiación gamma en Costa Rica: <https://www.elfinanciero.cr.com/tecnologia/instituto-tecnologico-inaugura-laboratorio-de-irradiacion-gamma-en-costa-rica/LR4WAGUOZBEGJELNAPWLDQLUUE/story/>
- Dockrell, H. M. (1 de Febrero de 2002). Roitt's essential immunology. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(1), 108.
- Horak, C., Pachado, J., Spinosa, M., Schwint, D., & Kairiyama, E. (2008). Esterilización de tejidos para implante por radiación gamma. Obtenido de Cirugía Plástica y Reaparadora : http://www.aebt.org/congreso2008/Documentacion/Programa_Cientifico/Sesion_IV/Comunicaciones/chorak-cp.pdf
- Jacas Torné, M. F., Sánchez Noda, E. O., García Mesa, N., & Piña Ares, D. (2012). Tejido óseo esponjoso esterilizado con gas óxido de etileno. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 26(2), 143-155.
- Luna Zaragoza, D., Reyes Frias, M. L., & Martínez Pardo, M. E. (21-25 de Setiembre de 2003). Efecto de la radiación gamma sobre algunos injertos utilizados en aplicación clínica. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México: http://quimicanuclear.org/pdf_memorias2003/pdf_simposium/Daniel%20Luna.pdf
- Martínez Flores, F., Sandoval Zamora, H., Machuca Rodríguez, C., Barrera López, A., García Cavazos, R., & Madinaveitia Villanueva, J. (2016). Skin and tissue bank: Operational model for the recovery and preservation of tissues and skin allografts. *Cirugía y Cirujanos*, 84(1), 85-92.
- Reyes Frias, M. L., Martínez Pardo, M. E., & Luna Zaragoza, D. (1997). Esterilización de tejidos biológicos con radiación ionizante. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), México D.F., México. Obtenido de https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/039/32039347.pdf
- Rojas Chaves, M., Calvo Castro, L., Centeno Cerdas, C., Guerrero Barrantes, M., Alvarenga Venutolo, S., Castro Piedad, S., Ulloa Fernández, A. (Mayo de 2015). *Revista trimestral Tecnología en marcha*. Edición especial Ingeniería de Tejidos, 28(5), 85. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Solano, A. (18 de Abril de 2016). Banco de Huesos mejora tratamiento de fracturas. *La Nación*. <https://www.nacion.com/ciencia/salud/banco-de-huesos-mejora-tratamiento-de-fracturas/DXBZDPMITZGZZJDARCUFVJK7TE/story/>.
- Solís Ramírez, M. I. (12 de Noviembre de 2012). Caja Costarricense de Seguro Social. Obtenido de CCSS introduce nuevas opciones terapéuticas para mejorar salud ocular: <https://www.ccss.sa.cr/noticia?ccss-introduce-nuevas-opciones-terapeuticas-para-mejorar-salud-ocular>
- Vangsnest, T., García, I., Mills, R., Kainer, M., Roberts, M., & Moore, T. (1 de Marzo de 2003). Allograft Transplantation in the Knee: Tissue Regulation, Procurement, Processing, and Sterilization. *The American Journal of Sports Medicine*.



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*