



Revista Indexada
ISSN: 2697-3391

Anatomía Digital

Acepta publicaciones de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud, orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo.

Vol. 4 Núm. 3 (2021): Salud pública

www.anatomiadigital.org

www.cienciadigitaleditorial.com



Julio -Septiembre 2021

REVISTA ANATOMIA DIGITAL

Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las **Ciencias de la Salud**.

ISSN: 2697-3391 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están

constituidos por: Tipos de artículos

científicos:

Orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, con especial interés en:

1. Artículos originales: incluye trabajos inéditos que puedan ser de interés para los lectores de la revista 2.
2. Casos Clínicos: informe excepcional, raro, infrecuente que irá acompañado de una revisión del estado del arte 3.
3. Comunicaciones Especiales: manuscritos de formato libre (documentos de consenso, formación continuada, informes técnicos o revisiones en profundidad de un tema) que se publicarán habitualmente por invitación
4. Análisis y opiniones de expertos de reconocido prestigio nacional e internacional sobre educación médica.
5. Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.

EDITORIAL REVISTA CONCIENCIA DIGITAL

Efraín Velasteguí López¹

Contacto: Conciencia Digital, Jardín Ambateño, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.anatomiadigital.org.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui
López. PhD.

¹ **Efraín Velasteguí López:** Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (**PhD**) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Conciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV-18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital y editorial Conciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana dellibro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT- 2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado”.
Albert Szent-Györgyi

PRÓLOGO

El desciframiento del genoma humano es el símbolo de esta nueva etapa, que mezcla las utopías de la ciencia con la realidad médica.

La práctica de una Medicina científica técnicamente rigurosa y, al mismo tiempo, humana, me trae la imagen de innumerables doctores a través de los años. La integridad moral del insigne médico, científico y humanista es el mejor ejemplo a seguir. “**no hay enfermedades sino enfermos**”, si bien esta sentencia de genial clarividencia parece haber sido emitida con anterioridad por el eminente fisiólogo Claude Bernard. Su interés por todo lo que rodea al ser humano con espíritu renacentista, su capacidad de llevar a la práctica sus conocimientos y su buena disposición comunicativa lo han convertido en paradigma del galeno completo. Marañón es una de las mentes más brillantes del siglo XX, un espíritu humanístico singular, una referencia indiscutible e inalcanzable. No es fácil en estos tiempos desmemoriados y frívolos continuar por la luminosa senda que dejó abierta. Sirva de faro orientador esta figura clave de la historia de la Medicina y del Humanismo Médico, especialmente a quienes ignoran o desdeñan el pasado y se pierden en las complejidades del presente.

Anatomía Digital, es editada por la editorial de prestigio Ciencia Digital, Ecuador tiene una periodicidad trimestral, acepta el envío de trabajos originales, en castellano, portugués e inglés para la aceptación y publicación de artículos científicos relacionados con las Ciencias de la Salud, orientada a la transferencia de los resultados de investigación, innovación y desarrollo, Abarcará todos los niveles de la educación médica y de los profesionales de las ciencias de la salud, desde el pregrado y posgrado hasta la formación continua, con el fin de analizar las experiencias y estimular nuevas corrientes de pensamiento en el campo de la educación médica. Servirá como un foro de innovación en la disciplina de educación médica, con el mayor rigor académico posible.



DrC. Efraín Velasteguí López. PhD.¹

EDITORIAL REVISTA ANATOMIA DIGITAL

Índice: Vol. 4 Núm. 3 (2021): Salud pública

1	Biopolímeros: Aplicaciones de andamios en medicina regenerativa	6-33
	Juan Sebastián Guerra Villacis, Seqqat Rachid, Christian Patricio Narvárez Muño, Marbel Torres Arias	
2	Distribution of Mycobacterium tuberculosis lineages in South America	34-58
	Leslie Cabezas Vinuesa, Patricia Jiménez Arias	
3	Elevación sinusal en pacientes con atrofia alveolar en el tratamiento de Implantología.	59-75
	Dania Rodríguez Herrera, María Teresa Lima Reyna, Rogelio Pérez Iglesias	
4	Resultados de un programa de tratamiento de rehabilitación domiciliar en pacientes hemipléjicos por enfermedad cerebrovascular	76-86
	Maura Guerra Sánchez, Jayne Peñate Brito, Mónica González Guerra, Dayamí Cepero Silvera	
5	Síndrome del Diente Fisurado: una actualización imprescindible	87-101
	Lya del Rosario Magariño Abreus, Taily Roque Batista, Lianne Laura de León Ramírez, Ernesto López González	
6	Traumatismo craneoencefálico secundario a heridas por arma de fuego atípica. Presentación de caso	102-117
	Juan Carlos Morales Valdés, Diana Rosa Bayona Santana, Lilibeth Villalonga Costa, Yusely Perdomo Pulido, Joel Socorro Izquierdo	
7	Propuesta de intervención ante la práctica inadecuada de carga del material escolar.	118-126
	Joanna de Armas Mestre, Reynier Soria Pérez, Dunia Justa Díaz Camellón, Mayra Pérez Quintero, Mayra Fariñas Pontigo	
8	Psicosis en el embarazo y posparto, manejo actual. Revisión bibliográfica	127-136
	Diana Estefanía Salazar Flores, Juan Carlos Salazar Flores, Paul Roberto Salazar Robalino, Johanna Estefanía Suquilanda Toapanta	
9	Pancreatitis Aguda en COVID 19 caso clínico y revisión de la literatura.	137-147
	María José Pinos Cedeño, Gloria Estefanía Aguiar Flores, Galo Iván Adriano Pérez, María Eugenia Layedra Ajila	

Biopolímeros: Aplicaciones de andamios en medicina regenerativa



Biopolymers: Scaffold Applications in Regenerative Medicine

Juan Sebastián Guerra Villacis.¹, Seqqat Rachid.², Christian Patricio Narváez Muño.³
& Marbel Torres Arias.⁴

Recibido: 04-05-2021 / Revisado: 15-05-2021 / Aceptado: 01-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1754>

Abstract

Biopolymers have become an indispensable tool for the development of regenerative medicine, their broad spectrum has allowed the emergence of new techniques for the generation of scaffolds of various sizes, shapes, with unique structural characteristics capable of generating and innovating new treatments before catastrophic diseases, its application by all branches of research such as neurology, endocrinology, in the cardiovascular area, for tissue repair or

Resumen

Los biopolímeros se han convertido en un herramienta indispensable para el desarrollo de la medicina regenerativa, su amplio espectro ha permitido la aparición de nuevas técnicas para la generación de andamios de diversos tamaños, formas, con características estructurales únicas capaces de generar e innovar tratamientos nuevos ante enfermedades catastróficas, su aplicación por todas las ramas de investigación como la neurología, endocrinología, en el área cardiovascular,

¹ Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura, Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador, jsguerra@espe.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2527-7308>

² Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura. CENCINAT. rseqqat@espe.edu.ec

³ Departamento de Ciencias de la Energía Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Sangolquí, Ecuador cpnarvaez1@espe.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-3472-4037>

⁴ Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura, Laboratorio de Inmunología y Virología, CENCINAT, GISAH, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Sangolquí, Ecuador, rseqqat@espe.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-8362-3689>; mmtorres@espe.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-3902-5083>

organ donation has produced its application as drug conductors or transporters to achieve a guided release increasing the effectiveness and reducing adverse effects in the case of cancer treatments. The objective of this review is to know the fundamentals of regenerative medicine, the advances produced from the use of biopolymers as a tool capable of developing functional biomaterials, types, synthesis mode and applicability in treatments. This research was carried out from the compilation of scientific articles related to the area of public health and the application of functional scaffolds as therapy. The functionalization of scaffolds lies in the use of biocompatible polymers capable of binding to a substrate in a controlled environment for the development of a cellular matrix, generating the production of a specific tissue according to the target cells that have been investigated, thanks to this the possible rejection of a graft produced with the same cells of the patient allows the appearance of structures such as blood vessels or biocompatible organs. This work recapitulates the importance of the use of biopolymers in medicine, production techniques, their structure, form and most important applications for the treatment against diseases.

Keywords: Scaffolds, regenerative medicine, biomaterials, tissue engineering

para la reparación de tejidos o donación de órganos ha producido su aplicación como conductores o transportadores de fármacos para lograr una liberación guiada aumentando la efectividad y disminuyendo efectos adversos en el caso de tratamientos contra el cáncer. El objetivo de esta revisión es conocer los fundamentos de la medicina regenerativa, los avances producidos a partir del uso de biopolímeros como una herramienta capaz de desarrollar biomateriales funcionales, tipos, modo de síntesis y aplicabilidad en tratamientos. Esta investigación se realizó a partir de la recopilación de artículos científicos relacionados al área de la salud pública y la aplicación de andamios funcionales como terapia. La funcionalización de andamios radica en la utilización de polímeros biocompatibles capaces de unirse a un sustrato en un ambiente controlado para el desarrollo de una matriz celular, generando la producción de un tejido en específico acorde a las células diana que se han investigado, gracias a esto el posible rechazo ante un injerto producido con las mismas células del paciente permite la aparición de estructuras como vasos sanguíneos u órganos biocompatibles. Este trabajo recapitula la importancia del uso de biopolímeros en la medicina, las técnicas de producción, su estructura, forma y aplicaciones más importantes para el tratamiento contra enfermedades.

Palabras claves: Andamios, medicina regenerativa, biomateriales, ingeniería de tejidos

Introducción

Con el pasar de los años la medicina clínica avanza muy rápidamente con logros sustanciales, la esperanza de vida estimada de los seres humanos ha aumentado

considerablemente. Aunque estos avances de la tecnología son dignos de mención, traen consigo obstáculos asociados, a los que hay que hacer frente a medida que los cuerpos envejecen, lo que plantea nuevos retos como el envejecimiento, disfunción de tejidos y órganos; en la actualidad la mayor cantidad de tratamientos consiste en la implementación de un trasplante de órgano, el cuál no siempre se encuentra disponible. La escasez de tejidos y órganos podría solucionarse mediante la reconstrucción y el desarrollo de tejidos sintéticos en los que un andamio natural o desarrollado sintéticamente está totalmente celularizado con las propias células del paciente, eliminando así la necesidad de tejidos/órganos de donantes (Guo & Ma, 2018). El uso de sistemas mecánicos no cumplen en su totalidad con la función normal del órgano o tejido generando un declive en la calidad de vida de los pacientes y requieren una inversión muy alta para ser tratados (Orive, Hernández, Garcón, Igartúa, & Pedráz, 2003; Serrato, Nieto, & Aguilera, 2015).

Existe ahora un reto de buscar nuevos métodos, herramientas y materiales para generar tejidos sintéticos que permitan mejorar nuestro bienestar. Muchos autores señalan que reconstruir un órgano completo, denso (corazón, riñón, etc.) o hueco (tráquea), es un reto de una complejidad inimaginable (Jayasinghe, 2017).

El desarrollo de la medicina moderna busca cumplir dicho reto mediante la irrupción en una nueva área que relaciona una ciencia innovadora como la nanotecnología para la producción de técnicas, productos y tratamientos capaces de ayudar a la humanidad contra enfermedades o problemas relacionados al área de la salud degenerativa (Mazaheri, Eslahi, Ordikhahn, Tamjid, & Simchi, 2015). La medicina regenerativa a lo largo de los años ha sufrido procesos diferenciados de acuerdo a nuevos materiales descubiertos y su funcionalidad; en un principio se emplearon biomateriales inertes para ser empleados como una estructura sustituta en ciertas partes del cuerpo como una prótesis (Bai, Gao, & Syed, 2018). Luego se desarrolló una matriz o andamio biológico que mediante su estructura permite promover un ambiente apropiado para el crecimiento y proliferación in situ de las células; y por último la aparición de una nueva rama la nanomedicina que a nivel de nanoescala recrea la funcionalización de las moléculas en el organismo, optimizando su tiempo de aparición y reacción (Bai, Gao, & Syed, 2018). El descubrimiento de nuevos materiales conocidos como nanomateriales o biomateriales cuya función es recrear o formar tejidos funcionales a partir del control celular gracias a su capacidad de organizarse, crecer, diferenciarse y formar una matriz funcional bajo condiciones controladas (Bai, Gao, & Syed, 2018). Estas condiciones se combinan en un complejo proceso orgánico que requiere señales endocrinas, hormonales, químicas, de diferenciación, de posición o interacciones entre las células y la matriz para mediante fuerzas mecánicas se logre la formación de una estructura en 3 dimensiones completamente funcional (Gamiz, et al., 2021; Morales, 2014).

Los nanomateriales pueden incluirse en la formación de cualquier tipo de tejido, puede ir desde reconstrucciones de piel, cartílagos, huesos y órganos creados a partir de andamios y células los cuales han permitido un paso importante en la ingeniería de tejidos (Cruz, Severo, & Azzolin, 2017). Según, Goldenberg, Lancheta & Dekker (2020), lamentablemente existen ciertas restricciones y legislaciones las cuales colocan una gran

cantidad de limitaciones en este tipo de tecnologías para ser tratadas en humanos, pero la utilización de modelos animales han permitido una gran cantidad de avances con resultados favorables muy cercanos a la realidad, brindando nuevas posibles soluciones para aumentar la efectividad de un tratamiento ante alguna enfermedad en específico o hacia lesiones graves sufridas por algún individuo. (Mazaheri, Eslahi, Ordikhahn, Tamjid, & Simchi, 2015).

El objetivo de esta revisión es conocer los fundamentos de la medicina regenerativa, los avances producidos a partir del uso de biopolímeros como una herramienta capaz de desarrollar biomateriales funcionales, tipos, el modo de síntesis y aplicabilidad en tratamientos para brindar una visión de su funcionalidad.

Medicina regenerativa

La aparición de enfermedades catastróficas de origen genético, infeccioso, lesiones o daños permanentes en órganos y tejidos por accidentes de gran magnitud, fallas a nivel cardiovascular o problemas de conexión neuronal pueden producir la alteración de las células de un tejido generando una posible destrucción o disminución del rendimiento de un órgano, mermando la calidad de vida de una persona lo que ha dado paso al desarrollo de la medicina regenerativa (Karabasz, Bzowska, & Szczepanowicz, 2020). Los principales obstáculos de la medicina moderna se basan en el restablecimiento y regeneración de la función normal de un órgano o tejido; los cuales pueden ser cubiertos mediante tres técnicas específicas; terapia celular, ingeniería tisular y la regeneración tisular (Rosa, 2013; Morrison, 2014; Ochoa, Nieto & Aguilera, 2015).

Terapia celular: consiste en la utilización de células nuevas que ingresan al cuerpo como agente terapéutico, involucra gran cantidad de células que pueden ser de carácter regenerativo, reparativo, protectora o inmunoreguladora dentro de las cuales están las células madre, estas se pueden obtener de tejidos como la médula ósea, el cordón umbilical y la pulpa dental. Mediante la implantación de este nuevo material celular sobre un tejido dañado pueden lograr su recuperación (Serrato, Nieto, & Aguilera, 2015). Las células pueden ser obtenidas *ex vivo* mediante un cultivo autogénico es decir de las células del mismo paciente o xenogénico si proviene de otro (Dong et al., 2020). Su principal aportación se ha visto en el trasplante de médula ósea o transfusiones sanguíneas con la finalidad de reconstruir el tejido hematopoyético y el sistema inmune; ayudando a combatir enfermedades relacionadas con osteoporosis, aumentando la densidad ósea total, calcio sérico, espacio medular y disminuyendo el riesgo de fracturas (Ejeian et al., 2020). La obtención de células madre derivadas de médula ósea como tratamiento han permitido el desarrollo de tratamientos en contra de varios tipos de enfermedades cardiovasculares, isquemia crónica, alteraciones oculares, trastornos neurológicos, miopatías, diabetes y enfermedades hepáticas (Hernández, 2006).

Ingeniería tisular: tiene como objetivo principal la construcción de tejidos *in-vitro* a partir de células de la misma persona para sustituir, reparar o incrementar las actividades funcionales de los propios tejidos orgánicos (Tortorella et.al., 2020). Según indica

Morales (2014) su fundamento consiste en cultivar células en una matriz tridimensional conocida como andamio enriquecidos con factores de crecimiento que faciliten su desarrollo hacia un tejido funcional para trasplantarlo hacia un órgano receptor (Bai, Gao, & Syed, 2018). La ingeniería tisular presenta una gran cantidad de ventajas asociadas al sistema de trasplante de órganos por la presencia de agentes infecciosos o virus ya que al cultivarse células del mismo paciente la posibilidad de un rechazo inmune es muy baja y la necesidad de medicamentos inmunosupresores no es muy alta por lo que no se presentarán efectos secundarios como anemias o neuropatías secundarias (Tabla 1). (Xie et al., 2020).

Regeneración Tisular: consiste en el desarrollo del tejido in situ, se promueve el crecimiento celular sobre el propio tejido dañado mediante el uso de biomateriales, factores de crecimiento y control específico en la liberación de fármacos para que exista un desarrollo adecuado del tejido (Liu et al., 2020). La mayor cantidad de avances producidos mediante esta técnica se da en la salud oral que busca eliminar enfermedades periodontales mediante la restauración de hueso y ligamento dental con la ayuda de un injerto óseo (Martinez, 2009).

Nanomateriales en Medicina

La aplicación de nanomateriales en el desarrollo de estructuras biológicas permite encontrar una armonía entre los componentes materiales y celulares enfocados en un tratamiento específico con un beneficio terapéutico (Yang, et al., 2020). Para que se produzca el crecimiento celular normal en un individuo debe existir una relación directa mediante señales biomoleculares entre células y su matriz extracelular, esta liberación de componentes solubles favorecen la adhesión celular permitiendo su multiplicación y futura formación de tejidos (Bose, et al., 2020). Los biomateriales empleados en suplir esta matriz extracelular deben ser capaces de generar estas señales de liberación de moléculas para estimular la diferenciación y proliferación celular. La matriz generada funcionará como un sustrato o microcápsula para el crecimiento celular ya sea en la superficie o en su interior, pueden ser materiales naturales como el colágeno, fibrina, fibroína o de carácter sintético como el polietilenglicol, ácido poliláctico, policaprolactona (Alonzo, AnilKumar, Roman, Tasnim, & Joddar, 2019). Su funcionamiento recae en la similitud a la matriz extracelular cubriendo todas las condiciones necesarias para el correcto crecimiento de las células, por lo tanto los andamios son funcionalizados con componentes bioactivos como hormonas, citoquinas, factores de transcripción o factores de crecimiento que desencadenan en una liberación controlada de moléculas que facilitan su resistencia y elasticidad moldeándose en un tamaño y forma capaz de adaptarse al paciente activándose bajo ciertos requisitos como el pH, la temperatura o un estímulo mecánico en específico para liberar los factores de crecimiento o fármacos que facilitarán la regeneración del tejido (Zheng, et al., 2021).

Tabla 1. Organoides desarrollados con Ingeniería Tisular en 2D y 3D

Órganoides	Células	Método de Siembra	<i>In-vivo</i>	<i>In-vitro</i>	Referencias
Corazón (producción de tejido, venas y arterias 3D)	Células endoteliales aórticas de rata y células cardíacas neonatales de rata. HUVECs, progenitores cardíacos humanos, hMSC o cardiomicocitos	Inyección, perfusión en la aorta y en la arteria braquiocefálica, aorta pregrado	Dinámico (7-30d) Estático (21d)	Heterotópico (7d)	(Sánchez et al., 2015; Weymann et al., 2014)
Pulmón (organoide primitivo/parcialmente completo)	Células epiteliales y endoteliales pulmonares humanas Población pulmonar neonatal de rata y células endoteliales microvasculares de rata Células endoteliales derivadas de HUVEC y hMSC o iPSC y células perivasculares	Perfusión en la arteria, vena, bronquios y haz pulmonar	Dinámico (4-21d) Estático (28d)	Ortópico en ratas por 3h Ortópico en cerdos por 1h	(Doi et al., 2017; Gilpin & Yang, 2017; Zhou et al., 2018)
Riñón (organoide primitivo completo / tamaño pequeño 3D)	HUVECS y células renales neonatales de rata	Perfusión en la arteria renal Perfusión asistida por vacío	Dinámico (5,7d) Estático (16h,5d,30d)	Ortópico en ratas Subcutáneo en ratones SCID	(Bombelli et al., 2018; Du et al., 2016)

	Neuroesferas humanas	en la arteria renal			durante 12 semanas
	CME de ratón y humanas				
Páncreas (organoide parcialmente completo 3D/funcionalización completa para formación de tejido 2D)	Células endoteliales pancreáticas primarias humanas EPC de rata	Perfusión en la arteria mesentérica superior y la arteria esplénica Perfusión en la vena cava inferior	Dinámico (3d,6d)	-	(Peloso et al., 2016; Shirakigawa et al., 2013)
Hígado (organoide primitivo parcialmente completo 3D, funcionalización completa para formación de tejido 2D)	EA HY926 línea celular endotelial y células HepG2 HUVECs, MS1 Células progenitoras endoteliales Células humanas fetales de hígado Hepatocitos y médula espinal MSC	Perfusión en la vena porta, la arteria hepática y la vena cava	Dinámico (12h,3d,6d, 7d y10d) Estático (3d y 5d)	Heterotópico 1h Ortotópico en el espacio infrahepático durante 1h Subcutáneo o 21d Reperfusión del andamio en anestesia terminal	(Hussein et al., 2016; M.A et al., 2017; Zhou et al., 2018)
Intestino (desarrollo de partes específicas del intestino grueso o delgado como el colon 3D)	Células endoteliales microvasculares dérmicas humanas y fibroblastos dérmicos humanos. Células epiteliales derivadas de iPSC	Inyección	Dinámico (3d,14d)	Heterotópico en un injerto subcutáneo o en el cuello	(Dew et al., 2016; Klein, 2018)

Tabla 1. Se presenta los diferentes tipos de organoides que se han podido desarrollar mediante la ingeniería tisular en 2 o 3 dimensiones, enfocándose en el tipo de células utilizadas, el método de siembra y si se los ha realizado *in-vitro* o *in-vivo*.

Fuente: Elaboración propia

Para lograr la administración controlada de señales bioquímicas o físicas mediante la utilización de un biomaterial se deben considerar la actividad y estabilidad biológica de las sustancias bioactivas, la cantidad de carga del andamio, la distribución de las biomoléculas en el andamio y la afinidad cinética de liberación de las moléculas, estos sistemas pueden ser implementados al momento de la creación del andamio o añadirlos por separado al momento de generar la matriz; lo que se busca es orientar la función celular para la liberación de moléculas específicas que permitan la adhesión y proliferación celular hacia la formación de un tejido en específico (Wang, et al., 2020).

Andamios

Se han descubierto una gran cantidad de materiales capaces de brindar una superficie usada como matriz extracelular los cuales se pueden diferenciar por su naturaleza biológica o sintética, por su composición, forma, tamaño, resistencia y elasticidad; pero deben ser diseñados para suplir 3 funciones esenciales la adhesión, diferenciación y proliferación celular mediante la conducción e inducción de sustancias bioactivas (Tabla 2 y 3) (Zare, et al., 2021). El estudio de biomateriales es la base para el desarrollo de la medicina regenerativa buscando la forma más adecuada de cada componente ya que puede afectar directamente la respuesta biológica (Alam, Jo, Park & Cho, 2020).

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los Biomateriales sintéticos.

Biomaterial	Ventajas	Desventajas	Referencias
Biocerámicas Hidroxiapatita (HA) Vidrio bioactivo Fosfato tricálcico (β-TCP)	Alta resistencia del material Biocompatibilidad Resistencia a la corrosión Componentes inorgánicos similares Osteoconductividad Hidrofilia	Difícil de moldear Módulo elástico excesivo	(Sha, et al., 2021; Zeng, et al., 2017).
Polímeros Policaprolactona (PCL) Polietilenglicol (PEG) Poliácido láctico (PLA) Poliácido glicólico (PGA)	Biodegradable Biocompatible Fácilmente moldeable y disponible Resistencia mecánica adecuada	Lixiviable en los fluidos corporales Difícil de esterilizar Hidrofóbico (PCL) Mala respuesta celular Subproductos ácidos	(Gao, et al., 2021; Lin, et al., 2021; Moin, et al., 2020).
Compuestos Polietileno con incrustaciones de fibras de carbono Cemento óseo	Excelentes propiedades mecánicas Resistente a la corrosión	Caro Métodos de fabricación laboriosos	(Wang, et al., 2021; Deng, et al., 2021).

Tabla 2. Se presenta las ventajas y desventajas para el desarrollo de andamios a partir de la utilización de biomateriales de origen sintético.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Ventajas y desventajas de los Biomateriales naturales.

Biomaterial	Ventajas	Desventajas	Referencias
Quitosano	Biológicamente renovable Biodegradable Biocompatible No antigénico No tóxico Biofuncional Materiales bioadhesivos	Inestabilidad en medios ácidos	(Loutfy, et al., 2021; Kittana, et al., 2021; Afzali, et al., 2021).
Fibrina	Induce una mejor interacción celular Alta biocompatibilidad	Rápida degradación <i>in-vivo</i> Dificultad para mantener la integridad estructural	(Xie, et al., 2020; Lichtenstein, et al., 2021)
Fibroína de seda	Biocompatibilidad Degradabilidad lenta Excelentes propiedades mecánicas	La producción de seda de araña es muy reducida	(Hou, et al., 2020; Liu, Zhu & Tang, 2020).
Colágeno	Biodegradabilidad Biocompatibilidad en medio fisiológico Baja antigenicidad Biocompatible Buen reconocimiento celular	Propiedades mecánicas deficientes	(Talaat, et al., 2020; Luo, et al; 2021).
Ácido hialurónico y alginato	Biocompatible Fácilmente acoplable Buen reconocimiento celular Métodos de gelificación sencillos	Propiedades mecánicas deficientes	(Ma, et al., 2021; Xuan, et al; 2021).

Tabla 3: Se presentan las ventajas y las desventajas del desarrollo de andamios a partir de la utilización de biomateriales de origen natural.

Fuente: Elaboración Propia.

Morales (2014), menciona que el diseño de un biomaterial debe cumplir ciertas especificaciones como su biocompatibilidad ya que no debe generar rechazo por parte del sistema inmune del huésped, su conductividad relacionada a la capacidad de fijación y proliferación celular, su afinidad por incorporar factores inductivos encargados de dirigir y mejorar el crecimiento tisular, la eficiencia en el crecimiento vascular para el transporte de biomoléculas y su oxigenación, su resistencia mecánica y un procesamiento sencillo para que pueda ser replicable y aplicable para un tratamiento en específico (Bai, Gao, & Syed, 2018). La superficie de un andamio, su composición y estructura es un parámetro fundamental al momento de su síntesis pues las señales celulares generadas dependen de estas características ligando directamente el destino celular por la liberación de señales bioquímicas (Dong & Ma, 2019). El principal problema identificado para la síntesis de

un biomaterial recae en su manipulación ya que puede existir una alta tasa de



contaminación, su determinación estructural idónea lleva una gran cantidad de ensayos de prueba y error a nivel de laboratorio; por último, el proceso de implementación celular puede ser muy largo y complejo (Rabiee, et al., 2020; Chen, et al., 2020).

Los polímeros son los biomateriales más utilizados para la generación de andamios gracias a su biocompatibilidad, su biodegradabilidad, su resistencia mecánica, su porosidad ligada al correcto transporte de biomoléculas y nutrientes permitiendo una amplia variación de procesamientos capaces de cumplir con la proliferación celular, pueden existir de dos tipos naturales y sintéticos en diversas formas nanotubos, nanocables, esferas, en forma de gel o en películas fibrosas que buscan guiar la diferenciación celular de la manera más idónea dependiendo del tipo celular y tejido que desea regenerar (Figura 1) (Guo & Ma, 2018).

Tipos de Andamios

Andamios de Nanotubos: consisten en andamios tubulares de escala nanométrica, sintetizados principalmente de carbono, silicio o grafeno sus características físicas varían dependiendo del grado de enrollamiento en una pared simple o múltiple pared en donde se enrolla dentro de sí mismo generando un área superficial mayor, su diámetro pueden ampliarse de acuerdo al método de síntesis y puede ser empleado como un conductor o transmisor de señal fluorescentes para la detección de proteínas gracias a sus propiedades ópticas únicas que emiten un espectro infrarrojo, permitiendo la detección molecular de proteínas ligadas a la producción de enfermedades cancerígenas o como tratamiento a desórdenes degenerativos (Hendler-Neumark & Bisker, 2019; Dong & Ma, 2019).

Andamios de Nanocables: son estructuras generadas a partir de carbono o silicio, se producen sobre una matriz capaz de actuar como un conductor de señales eléctricas, se pueden conjugar con múltiples agentes multifuncionales generando una mayor

proporción de superficie funcionando como un vehículo terapéutico para la liberación de fármacos gracias a sus cargas (Vidu, et al., 2014; Chen, et al., 2019).

Andamios esféricos: son estructuras esféricas de tamaño uniforme con un diámetro a 1000 nm que proporcionan una alta estabilidad física, homogéneos por su forma pueden ser utilizadas como vehículo para la deposición de proteínas específicas o fármacos que ayudan en el funcionamiento celular (Karabasz, Bzowska, & Szczepanowicz, 2020). Consiste de 2 partes el núcleo y la cáscara en donde el fármaco puede ligarse a la parte central o unirse en la superficie para una deposición guiada en las células diana objetivo; el núcleo puede ser de carácter sólido, líquido o gaseoso dependiendo de su aplicabilidad, mientras que la cubierta es desarrollada mediante polímeros; gracias a su estructura se puede colocar uno o varios fármacos dependiendo de la cantidad de compartimentos generados en el núcleo y su cubierta puede ser permeable o semipermeable siendo el grosor y porosidad los encargados de la velocidad de liberación del fármaco (Dong, et al., 2020).

Andamios de Geles: son redes tridimensionales a escala nanométrica formadas por el entrecruzamiento de polímeros sintetizados de manera química o física, su principal función está relacionada a la administración controlada de fármacos; reaccionan a estímulos programados como pH, temperatura, luz o reacciones de óxido reducción; dando una liberación direccionada para el funcionamiento correcto de las células objetivo y permitir un estímulo para un crecimiento acelerado (Hajebi, et al., 2019; Cao, et al., 2020).

Andamios de Fibras o fibrinas: consiste en una estructura polimérica a nivel nanométrica electrohilada mediante fuerzas electrostáticas que entrega una superficie porosa y estable capaz de funcionar como matriz extracelular, su composición puede ser de carácter sintético o biológico y su mayor aplicación está ligado a la reconstrucción guiada de tejido óseo permitiendo la liberación guiada de proteínas específicas para la proliferación y diferenciación celular (Boda, et al., 2019; Ghasemian-Lemraski, et al., 2021).

Gracias a las propiedades biodegradables de los materiales y el control durante su síntesis existe el modelamiento de formas tridimensionales, la estimulación mecánica y física de factores biológicos capaces de regenerar tejidos, proporcionar ambientes de acogida y generar fuerzas de atracción para la deposición guiada de fármacos (Tabla 4) (Gungor-Ozkerim, Inci, Zhang, Khademhosseini, & Dokmeci, 2018).

Tabla 4. Aplicaciones Biomédicas con el uso de varios tipos de andamios.

Tipos de andamios	Aplicación	In-vitro	Animales o Humanos	Referencias
Nanotubos	Reestructurar y reconectar neuronas dañadas.	Crecimiento celular.	Prácticas en modelos animales de ratones para conexión neuronal. Humanos sistemas de administración de	(Alonzo, AnilKumar, Roman, Tasnim & Joddar,

	Sistemas de administración de fármacos.	Producción de tejido neuronal	fármacos en el tratamiento contra el cáncer	2019; Bose, et al., 2020; Chen, et al., 2020)
	Detección de metabolitos biológicos (Biosensor).			
Nanocables	Sistemas de administración de fármacos. Reconocer firmas genéticas de diferentes partículas y transmitir la información.	Producción de tejido neuronal, identificación de señal de fluorescencia para la liberación guiada de fármacos en células objetivos	Administración de fármacos, modelos animales tratamientos contra la degeneración neuronal (Alzheimer). Humanos Liberación guiada de fármacos, fluoróforos para resonancia magnética.	(Chen, et al., 2019; Guo & Ma, 2018; Shen, et al., 2019)
Esferas	Sistemas de administración de fármacos inyectables de depósito (Tratamiento de la enfermedad de Alzheimer).	Producción de tejido neuronal. Encapsulación de fármacos, baja toxicidad, aumento de efectividad de liberación en células objetivo	Administración guiada de fármacos en modelos animales	Chen, et al., 2020; Dong, et al., 2020; Rabiee, et al., 2020; Meniani & Elaissari, 2020)
Geles	Matrices para la regeneración de la piel (apoyan la proliferación de queratinocitos y fibroblastos dérmicos humanos), sobretodo en heridas profundas, permitiendo el restablecimiento en cortos periodos de tiempo. Producción de otros tejidos, como vasos sanguíneos,	Crecimiento celular acelerado, producción de tejido epidérmico, articular y muscular. Obtención de estructuras como ligamentos, conductos (venas y arterias)	Modelos animales para la cicatrización acelerada, prueba funcional de conductos y ligamentos. Humanos: terapia de crecimiento articular, regeneración de cartílago, cicatrización epidérmica y muscular.	(Bai, Gao, & Syed, 2018; Chen & Stephen-Inbaraj, 2019; Gamiz-Arco, et al., 2021; Zhou, et al., 2021)

ligamentos y bronquios.

Diferenciación y propagación para el crecimiento de cilios en el TEC (tejido epitelial ciliado).

Fibras o Fibrinas	Apoyar la adhesión de las células madre, la proliferación y diferenciación <i>in-vitro</i> . La reparación de una amplia gama de tejidos <i>in-vivo</i> como cartílagos artificiales, fragmentos de tejido óseo, vasos sanguíneos, tejido epitelial y tejido nervioso óseo. Unión dermo-epidérmica y la reconstrucción de la reepitelización del espesor de la piel.	Crecimiento celular acelerado, formación de tejido epidérmico, óseo, muscular y articular.	Modelos animales en ratones para reparación de tejido muscular y epidérmico. Humanos: tratamiento para recuperación de fracturas óseas, recuperación acelerada para cicatrización.	(Boda, et al., 2019; Darwesh, El-Dahhan, & Meshali, 2020; Liu, et al., 2020; Zheng, et al., 2021)
--------------------------	--	--	--	---

Tabla 4. Aplicación de andamios en el desarrollo de la medicina regenerativa para la obtención de estructuras celulares *in-vitro*, o *in-vivo* en animales o pruebas realizadas en humanos para tratamiento médico.

Fuente: Elaboración propia

Construcción de andamios

De acuerdo al tipo de biomaterial empleado en la síntesis de un andamio se pueden generar una gran cantidad de procedimientos capaces de hallar su correcto funcionamiento cubriendo todos los requerimientos básicos para su utilización, dependiendo de sus características químicas, físicas y biológicas, dirigiéndolo a suplir el funcionamiento de la matriz extracelular proporcionando una mejor compatibilidad mecánica y un acoplamiento estructural entre las células y tejidos (Taşlı, et al., 2020). La metodología empleada en la construcción de un andamio va directamente relacionada a la estructura, forma y funcionalidad que se desee, por lo que si el andamio requerido tendrá una forma de esfera existen 3 métodos de síntesis; capa por capa, nanoprecipitación y nanoemulsión (Arai, et al., 2018). Si es de carácter tubular como nanotubos o nanocables los métodos empleados son nanoprecipitación o nanoemulsión para el

desarrollo de geles se emplea una emulsión o mezcla polimérica, mientras que para el desarrollo de fibras se emplea la técnica de electrohilado (Cheng, et al., 2020).

Método capa por capa: consiste en desarrollar películas delgadas compuestas por multicapas mediante la técnica de adsorción secuencial por cargas. Zhou, Yang, Wang & Cheng (2021) mencionan que sus inicios recaen en 1960 mediante el incrustamiento de micropartículas sobre diversos tipos de sustratos capaces de generar una corriente eléctrica gracias a las proteínas o moléculas orgánicas producidas sobre los sustratos, su mayor impulso recae en el estudio de polielectrolitos en 1990 por parte de Sukhoukovr. Gracias a su fácil segregación y procedimiento permite una multifuncionalidad al modificar un polielectrolito mediante la agregación de polímeros, nanopartículas orgánicas o incluso nanotubos de carbono (Karabasz, Bzowska, & Szczepanowicz, 2020). Su avance durante los últimos años ha permitido la creación de sistemas de administración de fármacos multifuncionales por sus condiciones, en donde se puede desarrollar una incorporación de la proteína objetivo a un direccionamiento de anticuerpos presentes sobre la célula objetivo manteniendo un ambiente controlado, otra aplicación recae en el uso de nanopartículas magnéticas que interactúan sobre un campo magnético externo generado por un nanoportador productor de cargas eléctricas, este tipo de atracción ha permitido la investigación celular en la reparación de tejidos, administración de fármacos, imágenes de resonancia magnética (Liu, et al., 2021; Gomha, et al., 2021).

Nanoprecipitación: Parte del principio de disolución de un nanoportador que es un andamio capaz de llevar un fármaco o una molécula orgánica a una célula diana (Karabasz, Bzowska, & Szczepanowicz, 2020). Para su construcción existen fases orgánicas y acuosas que al añadir una sustancia activadora, como un polímero genera un desplazamiento del disolvente, se realiza por el método gota a gota o diálisis (Tao, Chow, & Zheng, 2019). El proceso inicia al unir la parte orgánica con la parte acuosa, al difundir el polímero sobre el solvente orgánico y precipitar por la fase no solvente genera la formación de un nanoportador. El resultado obtenido puede ser modificable cambiando la concentración del polímero, la relación de volumen y el método de inyección (Lammari, Louaer, Meniai, & Elaissari, 2020).

Nanoemulsión: consiste en la emulsión de una fase orgánica con una fase acuosa mediante el uso de un agente estabilizante que reduce la tensión superficial entre las dos fases inmiscibles generando una estabilidad (Chen & Stephen-Inbaraj, 2019). Para su formación se pueden aplicar métodos de alta y baja energía dependiendo de la aplicabilidad del resultado y el tamaño requerido que puede variar entre 10 a 600 nm (Karabasz, Bzowska, & Szczepanowicz, 2020). El resultado puede ser aplicado en la síntesis de nanoportadores monoméricos o poliméricos dependiendo de los polímeros naturales o sintéticos empleados ampliando su rango de aplicabilidad. Se han descrito cuatro métodos para la síntesis por nanoemulsión que son: emulsificación coacervación, emulsificación múltiple, emulsificación- evaporación y emulsificación-difusión que se aplicarán dependiendo del tipo de andamio que se requiera generar (Kumar, Bishnoi, Shukla, & Jain, 2019).

Electrohilado: esta técnica fue desarrollada en el año de 1934 por el físico Anton Formhals caracterizada por la capacidad de formación de filamentos poliméricos a partir del uso de fuerzas electrostáticas capaces de definir características específicas como la flexibilidad, la alta porosidad, la relación entre el área y el volumen obtenida; el rendimiento mecánico; permitiendo la combinación de varios polímeros para la formación de una sola fibra específica (Wong, Chan, & Chrzanowski, 2014). El equipo diseñado por Formhals se basa en 4 partes esenciales la fuente de poder con una capacidad de voltaje alta, el plato colector en el cual se irán formando las fibras, el capilar por donde saldrá el polímero y la bomba inyectora capaz de controlar la cantidad de sustancia que irá siendo hilada; este principio puede ser llevado a una gran cantidad de áreas dependiendo del tipo de polímero, el tamaño de la membrana y la resistencia que se busca adquirir; por lo que se puede utilizar en la formación de andamios para ingeniería de tejidos, apósitos o vendajes (Rockwood, Prenda, & Kaplan, 2011). Para la formación de fibras poliméricas se debe tener una solución polimérica colocada dentro de una jeringa convencional la cual se conectará a la bomba inyectora hasta ser expulsada a través del capilar (Yao.C, Li, & Song, 2009). Dicho capilar se encuentra conectado a una de las terminales de la fuente del alto voltaje que generará un campo eléctrico crítico necesario para vencer a las fuerzas intermoleculares de la solución las cuales afectarán directamente en el proceso de formación del jet estabilizándose mediante fuerzas electrostáticas de repulsión de los elementos dentro de la solución polimérica rompiendo la tensión superficial, generando una pequeña fibra muy delgada a nivel micro y nanométrica la cual irá siendo depositada en el plato colector que se encuentra conectada a la otra terminal de la fuente de poder (Weska, Vieira, & Nogueira, 2009). La fibra generada es utilizada para la regeneración de tejidos que, de acuerdo a sus características poliméricas, tipo de síntesis y propiedades biológicas permitirá su aplicación en la cicatrización de heridas y agente antimicrobiano (Figura 2) (Ghasemian-Leranski., et al., 2021).

Elaboración de un andamio polimérico por electrohilado para crecimiento de células epiteliales

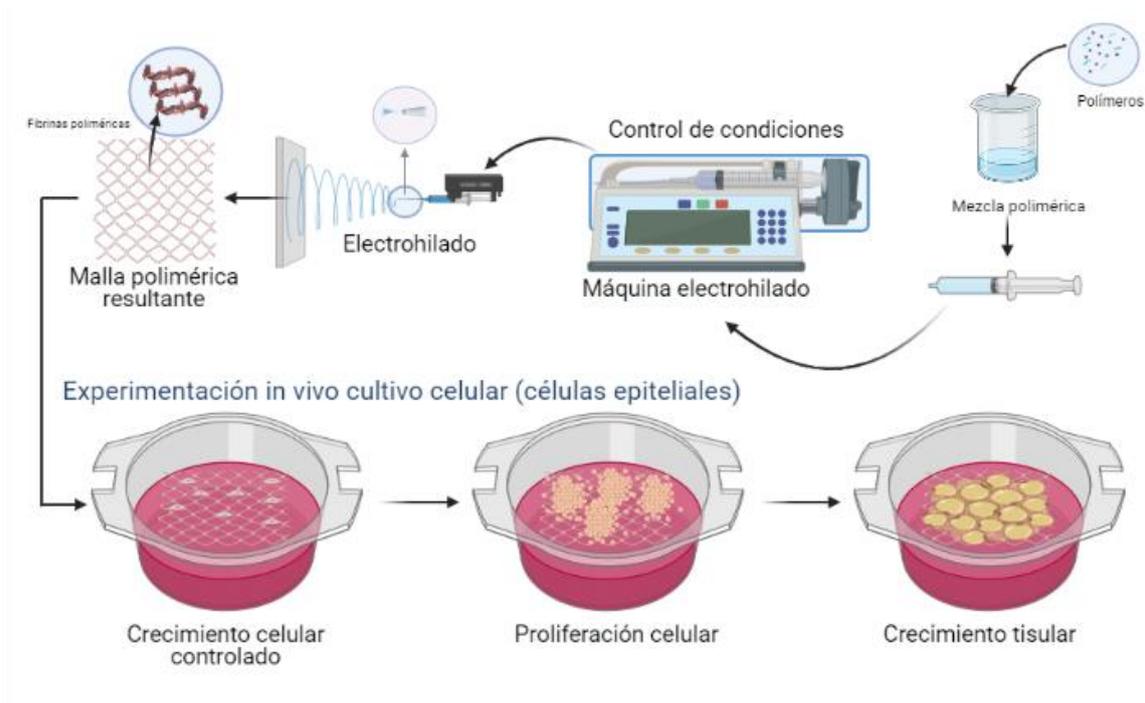


Figura 2. Elaboración de una malla polimérica a partir de la técnica de electrohilado para su experimentación en cultivo celular para la obtención de tejido epitelial.

Fuente: Elaboración propia www.biorender.com

Impresión 3D: implica la formación de una película en 3 dimensiones mediante la superposición de células con andamios biológicamente compatibles y factores biológicos de activación para la regeneración biológica permitiendo la construcción de tejido formado de forma autónoma y con integridad estructural, su principal aportación se encuentra ligada al desarrollo de una matriz de cartílago articular debido su baja reparación gracias a la falta de vasos sanguíneos, este desarrollo permite generar tratamientos ligados a la administración de fármacos, la realización de autoinjertos para articulaciones y terapias funcionales (Cheng, et al., 2020; Arai, et al., 2018).

Aplicaciones de Andamios en Medicina Regenerativa

La medicina regenerativa es el umbral para la aplicación de andamios construidos a partir de biomateriales naturales y sintéticos en diversas formas y tamaños, gracias a la gran cantidad de aplicaciones que se les puede dar, su utilización se ha convertido en la base de muchos tratamientos y su efectividad cada día va en aumento (Figura 3) (Goldenberg, et al., 2020).

Liberación Controlada de Fármacos

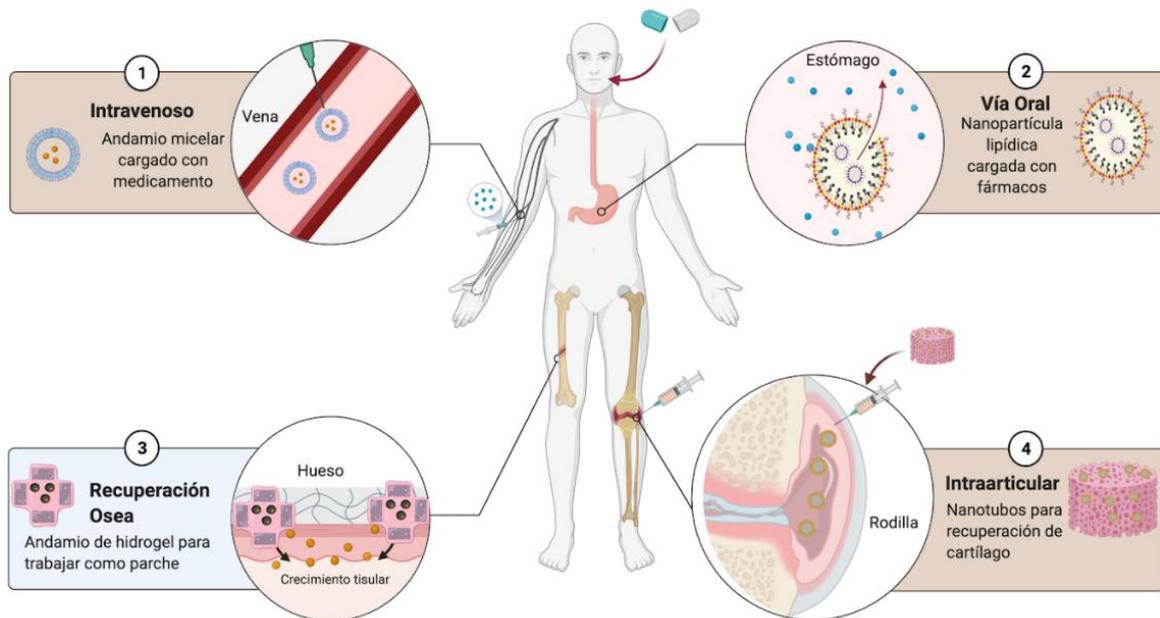


Figura 3. Métodos empleados para la liberación guiada de fármacos. 1 *Método intravenoso*, se inyecta directamente el andamio cargado con el medicamento en la vena para que sea dirigido por el sistema circulatorio al lugar requerido dentro del organismo. 2 *Vía oral*, ingresa el andamio en forma de nanopartícula lipídica al organismo para ser absorbida en el estómago y distribuirse al organismo. 3 *Recuperación ósea*, se coloca un andamio en forma de gel formado por fibrinas sobre la zona afectada con fractura o fisura y trabaja como parche para la regeneración y crecimiento tisular. 4. *Vía intraarticular*, se coloca un andamio en forma de nanotubo directamente sobre una articulación para que ayude a la regeneración del cartílago.

Fuente: Elaboración propia Wwww.biorender.com

El desarrollo de apósitos para la recuperación de heridas superficiales a nivel de epidermis se ha vuelto una respuesta para evitar enfermedades crónicas o prevenir condiciones físicas adversas, la utilización de hidrogeles se presenta como una solución gracias a sus características regenerativas promocionando un ambiente propicio para el crecimiento celular. Ghasemian-Lemraski, et al (2020) explica que al desarrollar hidrogeles poliméricos mediante la técnica de electrohilado impregnados de nanopartículas de Cu como agente antimicrobiano para la recuperación de heridas crónicas en personas con problemas de cicatrización debido a la diabetes presenta resultados favorables disminuyendo el tiempo de curación en las primeras etapas gracias al desarrollo de tejido celular y evitando el crecimiento bacteriano.

Las bioimpresoras capaces de generar un andamio en tres dimensiones unificando todas sus propiedades bioactivas capaces de funcionalizar tejidos de manera acelerada permitiendo el desarrollo celular (Sha, et al., 2021). Uno de los campos más estudiados es la regeneración ósea por la cantidad de defectos óseos que siguen apareciendo debido a enfermedades catastróficas; el injerto óseo es uno de los más utilizados por su biocompatibilidad para lesiones de reparación o fracturas. La aplicación del uso de las nanoarcillas como un nuevo tipo de andamio se ha convertido en un área capaz de aumentar la regeneración celular y la formación de tejidos. Wang, et al (2020) produce

un nuevo andamio mediante una impresora 3D en forma de nanobarras de atapulgita que es un mineral arcilloso cargado de magnesio hidratado capaz de mejorar el intercambio iónico entre superficies, probándolo con líneas celulares óseas determinan un incremento acelerado del hueso a nivel *in-vitro* siguiendo un proceso similar a la osificación membranosa sin la formación de un cartílago intermedio, observándose el desarrollo de incluso vasos sanguíneos dentro de los poros del andamio, convirtiéndose en una nueva forma de regenerar tejido óseo de manera efectiva y rápida. La utilización de nanomateriales funcionalizados para trabajar como una matriz extracelular ha llevado al desarrollo de injertos óseos por la arquitectura porosa resultante Zhou, et al (2020) encontraron que la producción de un andamio mediante vidrio bioactivo mesoporoso a partir de poliuretano y polidopamina dotado con la submucosa del intestino delgado porcino actúa como una matriz extracelular capaz de receptar proteínas ideales para la regeneración ósea

Dentro del área cardiovascular la utilización de andamios naturales tiene estricta relación a la formación de tejidos arteriales o vasos sanguíneos capaces de tratar enfermedades cardiorrespiratorias mejorando la circulación sanguínea y recuperando arterias o venas dañadas (Alonzo, AnilKumar, Roman, Tasnim, & Joddar, 2019). Yang, et al (2020) Desarrollaron un andamio vascular en forma de armazón a partir de fibrina y poliuretano mediante la técnica de electrohilado permitiendo la adhesión y proliferación de células estromales mesenquimales capaces de desarrollar tejido para la formación de vasos sanguíneos.

La utilización de medicamentos fotosensibles para la realización de pruebas de resonancia magnética o rayos x pueden implicar riesgos severos para la salud por su toxicidad al organismo, pero son los únicos capaces de detectar diagnósticos severos gracias a la interacción específica con un tipo de células dañadas (McCravy, Ingram, & Que, 2021). Darkwesh, El-Dahhan & Meshali (2020) aplican el desarrollo de andamios de transporte producidos como nanofibras capaces de llevar un agente como la gadodiamida utilizado para la revelación en resonancia magnética al ingresar de manera intravenosa puede dispersarse por todo el organismo generando una toxicidad debido a su disociación en gadolinio un metal muy pesado y tóxico similar al calcio que puede interactuar en los huesos y bloquear el canal de calcio inhibiendo ciertas transmisiones nerviosas; al utilizar un nanotransportador para producir la liberación del agente en zonas específicas del organismo que se activen gracias a las condiciones del medio como el pH y moléculas orgánicas disminuye el riesgo de toxicidad y ofrece una optimización en la revelación de imágenes por resonancia.

Los nanotubos de carbono se han vuelto uno de los andamios más estudiados en el área de la medicina regenerativa referente a la administración guiada de fármacos gracias a su biocompatibilidad celular, conductividad y características físicas como longitud, grado de agregación y funcionalidad superficial que permiten la captación celular (Zare, et al., 2021). Esta multifuncionalidad ha llevado al desarrollo de varios estudios referentes al uso específico de medicamentos aumentando su eficacia de liberación en el tratamiento de enfermedades específicas como el cáncer, un ejemplo es el docetaxel una de las drogas

más comunes aplicada durante la quimioterapia para evitar el crecimiento de células enfermas, mediante la interacción del fármaco con nanotubos de carbono funcionalizados con quitosano Li, et al (2018) determinaron que el nivel de efectividad de liberación a comparación del fármaco puro fue del 68% a un pH de 5 en un modelo animal de ratones convirtiéndose en una posible solución para la interacción del fármaco únicamente con las células tumorales.

Avances de la medicina regenerativa en el Ecuador

Existe el Instituto Nacional de Donación y Trasplante de órganos, tejidos y células (INDOT) el cual se basa en la Ley Orgánica de Donación y Trasplante de Órganos, Tejidos y Células vigente desde el año 2011 para determinar la disponibilidad y posibilidad de un paciente en estado grave (caso 0) ingresando en la Lista de Espera Única dictaminada en el Artículo 8 y revisada mediante la Asignación de acuerdo a la prioridad, vulnerabilidad, la ética y el tipo de órganos, tejido o célula requerida mencionado en el Artículo 9, para recibir una donación (Ministerio de Salud Pública, 2011).

Los ciudadanos ecuatorianos se pueden convertir en donantes en caso de sufrir un accidente, a menos que hayan manifestado lo contrario al momento de solicitar su identificación en el Registro Civil marcándose en su cédula que no desean convertirse en donador, INDOT será el encargado de determinar la jurisprudencia y situación de donación tanto si es en vida o post mortem solicitando toda la información y la documentación que verifique el deseo de la persona por entregar sus órganos total o parcialmente según sean requeridos y notificando a sus familiares de la manera más cálida, humana y brindando toda la ayuda posible como se establecen en los artículos 11, 12, 14 y 18. Se establece la capacidad del tratamiento con células madre e ingeniería tisular en los artículos 52 y 53 bajo la autorización previa del ente gubernamental, enfocándose en el desarrollo de nuevos tratamientos capaces de ayudar a la salud pública (Ministerio de Salud Pública, 2011).

La disponibilidad de un órgano o tejido puede ser muy limitada, por lo que el tiempo de espera puede conllevar años y un estilo de vida muy difícil para pacientes que sufren disfunción en algún órgano, el trasplante incluye un proceso complicado de inmunosupresión y aceptación del tejido u órgano extraño en el paciente que puede conllevar riesgo de rechazo produciéndose una pérdida de un órgano sano y la debilidad emocional en un paciente (Bai, Gao, & Syed, 2018). Por lo tanto en el país se han ido desarrollando estudios capaces de evaluar los avances de la medicina regenerativa en la utilización de la terapia celular como base para la obtención de células madre mediante la gelatina de Wharton del cordón umbilical que busca su crecimiento para el tratamiento de enfermedades como la leucemia que necesitan un trasplante de médula ósea y la posibilidad de obtención de un donante compatible es sumamente bajo en un 25% entre hermanos, en un 10% en padres y 1% con algún familiar (Costa, 2015). Gracias a estos estudios el INDOT ha implementado la creación de un Banco Público de Sangre de Cordón Umbilical para mantener este tipo de células y utilizarlas en el caso de requerirlo, cumpliendo lo establecido en el artículo 53 para la utilización y manipulación de células

madre se deberá tener la autorización de la entidad competente, no exista fines de lucro, debe haber un consentimiento informado de la o el donante hacia el receptor, no pueden tratarse las células embrionarias o fetales y se debe seguir un reglamento específico que se evidencie mediante toda la documentación correspondiente llevada por el practicante de la técnica en cuestión (Ministerio de Salud Pública, 2011). La aplicación de nuevas técnicas de producción de andamios dopados con metabolitos obtenidos de plantas endémicas del Ecuador se convertido en una nueva área por explorar Allauca, Guerra & Lara (2019) mencionan la utilización de andamios dopados con sangre de drago en forma de nanoesferas obtenidas mediante impresión 3D destinadas a la liberación guiada de fármacos para el crecimiento tisular, determinando que gracias a las características cicatrizantes de la sangre de drago por los taninos presentes en su composición puede emplearse como un futuro andamio capaz de producir un crecimiento tisular mucho más acelerado; de esta manera se siguen desarrollando investigaciones capaces de ampliar el espectro de la medicina en el Ecuador hallando nuevas tecnologías y aplicaciones que brinden una solución a problemas de salud pública.

La aplicación de la medicina regenerativa mediante la utilización de andamios presenta una serie de ventajas en contra de los métodos tradicionales gracias a su mayor capacidad de respuesta, un estudio más profundo de los resultados a esperar, la especificidad del tratamiento al tratarse de un cultivo de las mismas células del paciente, aumentando la capacidad de recepción y asegurando su funcionalidad por la biocompatibilidad de los mismos, las facultades de los andamios ya sean naturales o sintéticos permiten un continuo desarrollo de la ingeniería tisular pues permiten la aparición de nuevos métodos capaces de tratar problemáticas a la salud sumamente difíciles, siendo mucho menos invasivas y compatibles con el organismo (Chen & Stephen-Inbaraj, 2019). La posibilidad de tratar el cáncer de una manera mucho más específica es un gran ejemplo de esta, la liberación guiada de fármacos seguirá siendo uno de sus mayores potenciales y su estudio delimitará la posibilidad de si en un futuro cercano se podrá obtener una cura potencial. A su vez el costo elevado de las investigaciones por los equipos, materiales, tiempo y legislaciones se vuelve un pequeño obstáculo que se debe superar, pero la tecnología se está desarrollando de una forma tan acelerada que te permite soñar en un futuro en donde la utilización de andamios y la medicina regenerativa se convierta en la solución ante aquellos problemas de salud más catastróficos que afectan a la humanidad (Guo & Ma, 2018; Zare, et al., 2021).

Conclusiones

- El descubrimiento de biomateriales funcionalizados como andamios en la medicina regenerativa se ha convertido en una de las herramientas fundamentales para el tratamiento de enfermedades catastróficas que afectan a la salud mundial mediante la ingeniería tisular.
- El uso de andamios prefabricados es utilizar un sistema de polímeros que se inyecta directamente en el lugar del defecto y que se polimeriza in situ utilizando calor, polímeros termorreactivos, o luz (polímeros fotorreactivos). En la actualidad, se está llevando a cabo una gran cantidad de investigaciones sobre

todos los aspectos de la ingeniería de tejidos/medicina regenerativa en todo el mundo. A medida que el campo avanza, uno de los principales retos es tratar de imitar con mayor precisión la sofisticación de los biopolímeros natural en sustitución de los materiales sintéticos. A medida que existan mas biomateriales y biorreactores avanzados, permitirá conocer los mecanismos de señalización celular necesarios para el desarrollo de los tejidos, y reducir el número de pacientes que esperan tejidos de donantes.

- El Ecuador es capaz de utilizar este tipo de tecnologías gracias a una entidad pública relacionada directamente con el trasplante de órganos, tejidos y células INDOT, mediante el cual se puede desarrollar nuevas investigaciones en la aplicación de la medicina regenerativa.

Referencias Bibliográficas

- Afzali, E., Eslaminejad, T., Yazdi-Rouholamini, S., Shahrokhi-Farjah, M., & Ansari, M. (2021). Cytotoxicity Effects of Curcumin Loaded on Chitosan Alginate Nanospheres on the KMBC-10 Spheroids Cell Line. *Int J Nanomedicine.*, 16(1), 579-589.
- Alam, K., Jo, Y., Park, C., & Cho, H. (2020). Synthesis of Graphene Oxide Using Atmospheric Plasma for Prospective Biological Applications. *Int J Nanomedicine.*, 15(1), 5813-5824.
- Allauca, L., Guerra, G., & Lara, H. (2019). Allauca, L., Guerra, G., & Lara, H. (2019). Preliminary study of coating 3D Printed Polymeric Gyroid structures using “Dragon”'s blood’ extract as a potential delivery system. *IEEE Fourth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1(10), 1-6.
- Alonzo, M., AnilKumar, S., Roman, B., Tasnim, N., & Joddar, B. (2019). 3D Bioprinting of cardiac tissue and cardiac stem cell therapy. *Transl Res*, 11(1), 64-83.
- Arai, K., Murata, D., Verissimo, A., Mukae, Y., Itoh, M., Nakamura, A., . . . Nakayama, K. (2018). Fabrication of scaffold-free tubular cardiac constructs using a Bio-3D printer. *PLoS One.*, 13(12), 23-40.
- Bai, X., Gao, M., & Syed, S. (2018). Bioactive hydrogels for bone regeneration. *Bioactive Materials*, 50-68.
- Boda, S., Almoshari, Y., Wang, H., Wang, X., Reinhardt, R., Duan, B., . . . Xie, J. (2019). Mineralized nanofiber segments coupled with calcium-binding BMP-2 peptides for alveolar bone regeneration. *Acta Biomater*, 1(85), 282-293.
- Bose, R., Tharmalingam, N., Choi, Y., Madheswaran, T., Paulmurugan, R., McCarthy, J., . . . Park, H. (2020). Intracellular Pathogens with Nanohybrid-Facilitated Antibiotic Delivery. *Int J Nanomedicine.*, 15(1), 8437-8449.

- Cao, Z., Li, W., Liu, R., Li, C., Song, Y., Liu, G., . . . Liu, Y. (2020). pH-Responsive Fluorescence Enhanced Nanogel for Targeted Delivery of AUR and CDDP Against Breast Cancer. *Int J Nanomedicine*, 15(1), 8369-8382.
- Chen, B., & Stephen-Inbaraj, B. (10 de Mayo de 2019). Nanoemulsion and Nanoliposome Based Strategies for Improving Anthocyanin Stability and Bioavailability. *Nutrients*, 11(5), 1052-1073.
- Chen, H., Zhao, X., Xi, Z., Zhang, Y., Li, H., Li, Z., . . . Wang, T. (2019). A new biosensor detection system to overcome the Debye screening effect: dialysis-silicon nanowire field effect transistor. *Int J Nanomedicine*, 14(1), 2985-2993.
- Chen, Y., Guan, M., Ren, R., Gao, C., Cheng, H., Li, Y., . . . Xiong, W. (2020). Improved Immunoregulation of Ultra-Low-Dose Silver Nanoparticle-Loaded TiO₂ Nanotubes via M2 Macrophage Polarization by Regulating GLUT1 and Autophagy. *Int J Nanomedicine*, 15(1), 2011-2026.
- Cheng, Z., Xigong, L., Weiyi, D., Jingen, H., Shuo, W., Xiangjin, L., & Junsong, W. (2020). Potential use of 3D-printed graphene oxide scaffold for construction of the cartilage layer. *J Nanobiotechnology*, 18(1), 97-110.
- Costa, D. (2015). *Implementación de protocolos de aislamiento y cultivo de células madre mesenquimales de la gelatina de wharton del cordón umbilical como base para estudios de regeneración de tejidos*. Guayaquil : DSpace ESPOL.
- Cruz, I., S. A., & Azzolin, V. (2017). Regenerative potential of the cartilaginous tissue in mesenchymal stem cells: update, limitations, and challenges. *Brasileira de Ortopedia*, 52-68.
- Darwesh, A., El-Dahhan, M., & Meshali, M. (2020). New Oral Coaxial Nanofibers for Gadodiamide-Prospective Intestinal Magnetic Resonance Imaging and Theranostic. *Int J Nanomedicine*, 15(1), 8933-8943.
- Deng, L., Jiang, H., Lu, F., Wang, H., Pu, Y., Wu, C., . . . Zhang, X. (2021). Size and PEG Length-Controlled PEGylated Monocrystalline Superparamagnetic Iron Oxide Nanocomposite for MRI Contrast Agent. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 201-211.
- Dong, J., & Ma, Q. (2019). Integration of inflammation, fibrosis, and cancer induced by carbon nanotubes. *Nanotoxicology*, 13(9), 1244-1274.
- Dong, J., Wu, Y., Zhang, Y., Yu, M., & Tian, W. (2020). Comparison of the Therapeutic Effect of Allogeneic and Xenogeneic Small Extracellular Vesicles in Soft Tissue Repair. *Int J Nanomedicine*, 6975-6991.
- Dong, W., Luo, Y., Zhan, G., Zhang, H., Liang, Y., Zhuo, Y., . . . Zhong, W. (2020). Carbon Nanospheres Exert Antitumor Effects Associated with Downregulation of 4E-BP1 Expression on Prostate Cancer. *Int J Nanomedicine*, 15(1), 5545-5559.

- Ejeian, F., Razmjou, A., Nasr-Esfahani, M., Mohammad, M., Karamali, F., Ebrahimi-Warkiani, M., . . . Chen, V. (2020). ZIF-8 Modified Polypropylene Membrane: A Biomimetic Cell Culture Platform with a View to the Improvement of Guided Bone Regeneration. *Int J Nanomedicine*, 10029-10043.
- Gamiz-Arco, G., Gutierrez-Rus, L., Risso, V., Ibarra-Molero, B., Hoshino, Y., Petrović, D., . . . Sanchez-Ruiz, J. (2021). Heme-binding enables allosteric modulation in an ancient TIM-barrel glycosidase. *Nat Commun*, 12(1), 380-396.
- Gao, C., Yu, S., Zhang, X., Dang, Y., Han, D., Liu, X., . . . Hui, M. (2021). Dual Functional Eudragit® S100/L30D-55 and PLGA Colon-Targeted Nanoparticles of Iridoid Glycoside for Improved Treatment of Induced Ulcerative Colitis. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 1405-1422.
- Ghasemian Lemraski, E., Jahangirian, H., Dashti, M. K., Sharafinia, S., Rafiee-Moghaddam, R., & Webster, T. (2021). Antimicrobial Double-Layer Wound Dressing Based on Chitosan/Polyvinyl Alcohol/Copper: In vitro and in vivo Assessment. *Int J Nanomedicine*, 1(16), 223-235.
- Goldenberg, B., Lacheta, L., Dekker, T., Spratt, J., Nolte, P., & Millett, P. (2020). Biologics to Improve Healing in Large and Massive Rotator Cuff Tears: A Critical Review. *Orthop Res Rev*, 151-160.
- Gomha, S., Abdelhady, H., Hassain, D., Abdelmonsef, A., El-Naggar, M., Elaasser, M., & Mahmoud, H. (2021). Thiazole-Based Thiosemicarbazones: Synthesis, Cytotoxicity Evaluation and Molecular Docking Study. *Drug Des Devel Ther.*, 15(1), 659-677.
- Gungor-Ozkerim, P., Inci, I., Zhang, Y., Khademhosseini, A., & Dokmeci, M. (2018). Bioinks for 3D bioprinting: an overview. *Biomater Sci.*, 6(5), 915-946.
- Guo, B., & Ma, P. (2018). Conducting Polymers for Tissue Engineering. *Biomacromolecules*, 19(6), 1764-1782.
- Hajebi, S., Rabiee, N., Bagherzadeh, M., Ahmadi, S., Rabiee, M., Roghani-Mamaqani, H., . . . Hamblin, M. (2019). Stimulus-responsive polymeric nanogels as smart drug delivery systems. *Acta Biomater.*, 1(92), 1-18.
- Hendler-Neumark, A., & Bisker, G. (2019). Fluorescent Single-Walled Carbon Nanotubes for Protein Detection. *Sensors. Basel*, 19(24), 5403-5419.
- Hernández, P. (2006). Medicina Regenerativa II. Aplicaciones, realidad y perspectivas de la terapia celular. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hermoter.*
- Hou J, Y. D. (2020). The Roles of Integrin $\alpha 5 \beta 1$ in Human Cancer. *Onco Targets Ther.* 2020, 13(1), 13329-13344.
- Jayasinghe, S. (2017). Thoughts on Scaffolds. *Adv Byosyst*, 10(1), 255-281.

- Karabasz, A., Bzowska, M., & Szczepanowicz, K. (2020). Biomedical Applications of Multifunctional Polymeric Nanocarriers: A Review of Current Literature. *Int J Nanomedicine*, 8673-8696.
- Kittana, N., Assali, M., Zimmermann, W., Liaw, N., Santos, G., Rehman, A., & Lutz, S. (2021). Modulating the Biomechanical Properties of Engineered Connective Tissues by Chitosan-Coated Multiwall Carbon Nanotubes. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 989-1000.
- Kumar, M., Bishnoi, R., Shukla, A., & Jain, C. (24 de Septiembre de 2019). Techniques for Formulation of Nanoemulsion Drug Delivery System: A Review. *Prev Nutr Food Sci*, 24(3), 225-234.
- Lammari, N., Louaer, O., Meniai, A., & Elaissari, A. (7 de Mayo de 2020). Encapsulation of Essential Oils via Nanoprecipitation Process: Overview, Progress, Challenges and Prospects. *Pharmaceutics*, 12(5), 431-452.
- Lichtenstein, T., Mammadov, K., Rau, K., Große-Hokamp, N., Do, T., Maintz, D., & Chang, D. (2021). Long-Term Follow-Up and Clinical Relevance of Incidental Findings of Fibrin Sheath and Thrombosis on Computed Tomography Scans of Cancer Patients with Port Catheters. *Ther Clin Risk Manag*, 17(11), 111-118.
- Lin, H., Cheng, W., Chen, L., Ho, H., Lin, S., & Hsieh, C. (2021). Honokiol/Magnolol-Loaded Self-Assembling Lecithin-Based Mixed Polymeric Micelles (lbMPMs) for Improving Solubility to Enhance Oral Bioavailability. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 651-665.
- Liu, J., Yin, Y., Yang, L., Lu, B., Yang, Z., Wang, W., & Li, R. (2021). Nucleus-Targeted Photosensitizer Nanoparticles for Photothermal and Photodynamic Therapy of Breast Carcinoma. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 1473-1485.
- Liu, W., Du, B., Tan, S., Wang, Q., Li, Y., & Zhou, L. (2020). Cortical Guided Bone Regeneration in the Rabbit Calvarium Using Porous Nanohydroxyapatite Block Grafts Coated with rhVEGF165 and Cortical Perforation. *Int J Nanomedicine*, 10059-10073.
- Liu, Z., Zhu, X., & Tang, R. (2020). Electrospun Scaffold with Sustained Antibacterial and Tissue-Matched Mechanical Properties for Potential Application as Functional Mesh. *Int J Nanomedicine*, 15(1), 4991-5004.
- Loutfy, S., Elberry, M., Farroh, K., Mohamed, H., Mohamed, A., Mohamed, E., . . . Mousa, S. (2021). Antiviral Activity of Chitosan Nanoparticles Encapsulating Curcumin Against Hepatitis C Virus Genotype 4a in Human Hepatoma Cell Lines [Corrigendum]. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 1927-1928.

- Luo, L., Li, J., Wu, Y., Qiao, J., & Fang, H. (2021). Adiponectin, but Not TGF- β 1, CTGF, IL-6 or TNF- α , May Be a Potential Anti-Inflammation and Anti-Fibrosis Factor in Keloid. *J Inflamm Res*, 14(1), 907-916.
- Ma, Y., Li, G., Yu, M., Cao, K., Li, Q., Sun, X., . . . Wang, X. (2021). Anti-Lung Cancer Targets of Radix Paeoniae Rubra and Biological Molecular Mechanism: Network Pharmacological Analyses and Experimental Validation. *Onco Targets Ther.*, 14(1), 1925-1936.
- Martinez, J. (2009). Regeneración tisular guiada: técnicas periodontales . *Revista Nacional de Odontología México* .
- Mazaheri, M., Eslahi, N., Ordikhaln, F., Tamjid, E., & Simchi, A. (2015). Nanomedicine applications in orthopedic medicine: state of the art. *Int J Nanomedicine* , 6039-6055.
- McCravy, M., Ingram, J., & Que, L. (2021). Dysregulated Metabolism in the Pathophysiology of Non-Allergic Obese Asthma. *J Asthma Allergy*, 14(1), 179-181.
- Moin, A., Gangadharappa, H., Adnan, M., Rizvi, S., Ashraf, S., Patel, M., . . . Allam, A. (2021). Modulation of Drug Release from Natural Polymer Matrices by Response Surface Methodology: in vitro and in vivo Evaluation. *Drug Des Devel Ther.*, 14(1), 5325-5336.
- Morales, D. (2014). Tissue engineering as a pillar of regenerative medicine in dentistry. *Rev Cubana Estomatología*, 288-304.
- MSP. (2011). *Ley Orgánica de Transplante de órganos, Tejidos y Células* (Vol. 1). Quito , Ecuador .
- Orive, G., Hernández, R., Garcón, A., Igartúa, M., & Pedráz, J. (2003). *Ingeniería Tisular: Retos y Realidades*. Medellín: Vitae.
- Rabiee, N., Ahmadi, S., Arab, Z., Bagherzadeh, M., Safarkhani, M., Nasser, B., . . . Tayebi, L. (2020). Aptamer Hybrid Nanocomplexes as Targeting Components for Antibiotic/Gene Delivery Systems and Diagnostics: A Review. *Int J Nanomedicine.*, 15(1), 4237-4256.
- Rockwood, D., Prenda, R., & Kaplan, D. (2011). Materials fabrication from Bombyx mori silk fibroin. *Tufts University*, 11-14.
- Serrato, D., Nieto, R., & Aguilera, A. (2015). Ingeniería de tejidos. Una nueva disciplina en medicina regenerativa. *Investigación y Ciencia*, 60-69.
- Sha, X., Dai, Y., Song, X., Liu, S., Zhang, S., & Li, J. (2021). The Opportunities and Challenges of Silica Nanomaterial for Atherosclerosis. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 701-714.

- Shen, Q., Yang, H., Peng, C., Zhu, H., Mei, J., Huang, S., . . . Cao, S. (2019). Capture and biological release of circulating tumor cells in pancreatic cancer based on peptide-functionalized silicon nanowire substrate. *Int J Nanomedicine.*, *14*(1), 205-214.
- Talaat, W., Aryal, A., Al-Kawas, S., Samsudin, A., Kandile, N., Harding, D., . . . Haider, M. (2020). Nanoscale Thermosensitive Hydrogel Scaffolds Promote the Chondrogenic Differentiation of Dental Pulp Stem and Progenitor Cells: A Minimally Invasive Approach for Cartilage Regeneration. *Int J Nanomedicine.*, *15*(1), 7775-7789.
- Tao, J., Chow, S., & Zheng, Y. (2019). Application of flash nanoprecipitation to fabricate poorly water-soluble drug nanoparticles. *Acta Pharm Sin B*, *9*(1), 4-18.
- Taşlı, P., Yalçın-Ülker, G., Cumbul, A., Uslu, Ü., Yılmaz, Ş., Bozkurt, B., & Şahin, F. (2020). In vitro tooth-shaped scaffold construction by mimicking late bell stage. *Turk J Biol.*, *44*(5), 315-326.
- Tortorella, S., Vetri-Buratti, V., Maturi, M., Sambri, L., Comes-Franchini, M., & Locatelli, E. (2020). Surface-Modified Nanocellulose for Application in Biomedical Engineering and Nanomedicine: A Review. *Int J Nanomedicine*, 9909-9937.
- Vidu, R., Rahman, M., Mahmoudi, M., Enachescu, M., Poteca, T., & Opris, I. (2014). Nanostructures: a platform for brain repair and augmentation. *Front Syst Neurosci*, *8*(91).
- Wang, P., Yan, Y., Zhang, Y., Gao, T., Ji, H., Guo, S., . . . Dong, Y. (2021). An Improved Synthesis of Water-Soluble Dual Fluorescence Emission Carbon Dots from Holly Leaves for Accurate Detection of Mercury Ions in Living Cells. *Int J Nanomedicine.*, *16*(1), 2045-2058.
- Wang, Z., Hui, A., Zhao, H., Ye, X., Zhang, C., Wang, A., & Zhang, C. (2020). A Novel 3D-bioprinted Porous Nano Attapulgit Scaffold with Good Performance for Bone Regeneration. *Int J Nanomedicine.*, *15*(1), 6945-6960.
- Weska, R., Vieira, C., & Nogueira, G. (2009). Effect of Freezing Methods on the Properties of Lyophilized Porous Silk Fibroin Membranes. *Materials Research*, 2-4.
- Wong, J., Chan, K., & Chrzanowski. (2014). Silk for pharmaceutical and cosmeceutical. En U. o. Australia. Sidney: Woodhead .
- Xie, X., Shi, X., Wang, S., Cao, L., Yang, C., & Ma, Z. (2020). Effect of Attapulgit-Doped Electrospun Fibrous PLGA Scaffold on Pro-Osteogenesis and Barrier Function in the Application of Guided Bone Regeneration. *Int J Nanomedicine.*, *15*(1), 6761-6777.

- Xuan, C., Li, H., Tian, Q., Guo, J., He, G., Lun, L., & Wang, Q. (2021). Quantitative Assessment of Serum Amino Acids and Association with Early-Onset Coronary Artery Disease. *Clin Interv Aging.*, 16(1), 465-474.
- Yang, L. L., Wu, Y. D., Yin, J. M., Chen, H., Dong, Y., Zhang, Q., & Zhao, L. (2020). Preparation of PU/Fibrin Vascular Scaffold with Good Biomechanical Properties and Evaluation of Its Performance in vitro and in vivo. *Int J Nanomedicine.*, 15, 8697-8715.
- Yao, C., Li, X., & Song, T. (2009). Biodegradable nanofibrous membrane of zein/silk fibroin by electrospinning. *SCI*, 2,3.
- Zare, H., Ahmadi, S., Ghasemi, A., Ghanbari, M., Rabiee, N., Bagherzadeh, M., . . . Mostafavi, E. (2021). Carbon Nanotubes: Smart Drug/Gene Delivery Carriers. *Int J Nanomedicine.*, 16(1), 1681-1706.
- Zeng, D., Zhang, X., Wang, X., Cao, L., Zheng, A., Du, J., . . . Jiang, X. (2017). Fabrication of large-pore mesoporous Ca-Si-based bioceramics for bone regeneration. *Int J Nanomedicine.*, 12(1), 8277-8287.
- Zheng, C., Yang, Z., Chen, S. Z., Rao, Z., Zhao, C., Quan, D., . . . Shen, J. (2021). Nanofibrous nerve guidance conduits decorated with decellularized matrix hydrogel facilitate peripheral nerve injury repair. *Theranostics*, 11(6), 2971-2931.
- Zhou, J., Xiong, Z., Liu, M., Yang, L., Yao, S., Chen, K., . . . Guo, X. (2020). Creation of Bony Microenvironment with Extracellular Matrix Doped-Bioactive Ceramics to Enhance Osteoblast Behavior and Delivery of Aspartic Acid-Modified BMP-2 Peptides. *Int J Nanomedicine.*, 15(1), 8465-8478.
- Zhou, Y., Yang, Q., Wang, F., Zhou, Z., Xu, J., Cheng, S., & Cheng, Y. (2021). Self-Assembled DNA Nanostructure as a Carrier for Targeted siRNA Delivery in Glioma Cells. *Int J Nanomedicine*, 16(1), 1805-18017.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Guerra Villacis, J. S., Rachid, S., Narváez Muñoz, C. P., & Torres Arias, M. (2021). Biopolímeros: Aplicaciones de andamios en medicina regenerativa. *Anatomía Digital*, 4(3), 6-33. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1754>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Distribution of *Mycobacterium tuberculosis* lineages in South America



Distribución de los linajes de Mycobacterium tuberculosis en Sudamérica

Leslie Cabezas Vinuesa.¹ & Patricia Jiménez Arias.²

Recibido: 05-05-2021 / Revisado: 16-05-2021 / Aceptado: 02-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1755>

Abstract.

Molecular genotyping of *Mycobacterium tuberculosis* allows for the identification of circulating lineages and sublineages in the population and their relationship with migratory movements. The purpose of this review is to describe the phylogeography of *Mycobacterium tuberculosis* reported in South American countries that was analyzed using genotyping tools, analyze the Tuberculosis hotspots for the region and determine the impact of the COVID-19 pandemic on the Tuberculosis control program. The Latin American Mediterranean (LAM) sublineage

Resumen.

La genotipificación molecular de *Mycobacterium tuberculosis* permite identificar los linajes y sublinajes circulantes en la población y su relación con los movimientos migratorios. Este artículo de revisión tiene por objetivo describir la filogeografía de *Mycobacterium tuberculosis* reportada por los países de Sudamérica mediante el uso de técnicas de genotipificación, analizar los puntos críticos de Tuberculosis para la región y determinar el impacto de la pandemia de COVID-19 en el programa de control de la

¹ Grupo de Investigación en Sanidad Animal y Humana, Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador, ipcabezas1@espe.edu.ec.  <https://orcid.org/0000-0003-1742-2878>

² Grupo de Investigación en Sanidad Animal y Humana, Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador, apjimenez@espe.edu.ec.  <https://orcid.org/0000-0002-0666-177X>

belonging to the Euro-American lineage (Lineage 4) presents the highest prevalence in South America and is followed by the Beijing sublineage belonging to the East Asian lineage (Lineage 2). The Beijing sublineage is considered of worldwide interest because of its association with multidrug-resistant tuberculosis (MDR-TB), which is almost entirely distributed in South America, with Peru being the country with the highest prevalence for this sublineage. On the other hand, the Indo-Oceanic (Lineage 1), India-East Asia (Lineage 3) and West- African 2 (Lineage 6) sublineages have been reported with lower prevalence in South America. The molecular techniques used in the genotyping studies for *Mycobacterium tuberculosis* in South America were as follows: typing by complementary oligonucleotide spacer sequences (Spoligotyping), restriction-hybridization patterns (IS6110-RFLP, PGRS-RFLP), mycobacterial interspaced repeat units-variable number tandem repeats (MIRU-VNTR) and whole genome sequencing (WGS). At present, Brazil and Peru are the hotspots for tuberculosis and MDR-TB in South America, where the control of tuberculosis wholly affected by the COVID-19 pandemic. Thus, there have been significant impacts on containment programs and possible post-pandemic scenarios such that scientific contributions will need to be evaluated and implemented with new strategies for prevention, diagnosis, treatment and control of Tuberculosis.

Keywords: Molecular epidemiology; genotyping; Tuberculosis; infectious diseases; mycobacteria.

Tuberculosis. El linaje Latin American Mediterranean (LAM) perteneciente al linaje Euro-Americano (linaje 4) presenta la mayor prevalencia en Sudamérica y le sigue el sublinaje Beijing, perteneciente al linaje Asia oriental (linaje 2). El sublinaje Beijing considerado de interés mundial por su asociación con la Tuberculosis multirresistente (MDR-TB), se encuentra distribuido casi en su totalidad en Sudamérica, siendo Perú el país con mayor prevalencia de este sublinaje. Por otro lado, se han reportado los sublinajes pertenecientes a: Indo-Oceánico (Linaje 1), India-Asia Oriental (Linaje 3) y África Occidental 2 (Linaje 6) con menor prevalencia en Sudamérica. En la actualidad, Brasil y Perú son los puntos calientes de la Tuberculosis y la TB-MDR en Sudamérica, donde el control de la Tuberculosis se vio totalmente afectado por la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, ha habido impactos significativos en los programas de vigilancia y contención de la Tuberculosis, dando como resultado diferentes escenarios post-pandémicos, de tal manera que las contribuciones científicas deberán ser evaluadas e implementadas con nuevas estrategias de prevención, diagnóstico, tratamiento y control de la Tuberculosis.

Palabras claves: Epidemiología molecular, genotipificación; Tuberculosis; enfermedades infecciosas; micobacterias.

Introduction.

Tuberculosis (TB) is a preventable, transmissible bacterial disease caused by *Mycobacterium tuberculosis* (Koch bacillus) and is one of the top 10 causes of death worldwide from an infectious agent. This bacterial infection is cataloged as a health problem in both the social and health fields, is associated with poor living conditions and causes the death of 1.3 million people worldwide per year, which is 300,000 more than the human immunodeficiency virus (HIV) (World Health Organization, 2020). The World Health Organization (WHO) has developed a global strategy to end the TB epidemic and has set targets to reduce TB deaths and incidence of the disease by 2035 by combining efforts to provide timely diagnosis and treatment and to promote research (García & Astudillo, 2019; PAHO, 2020).

In 2018, in the American region, it was estimated that almost 50,000 people with TB were unaware of their disease (PAHO, 2018). This region has 2.9% of the global TB burden (10 million cases) and an incidence rate of 10 per 100,000 inhabitants (World Health Organization, 2020). It was estimated that 87% of TB cases are concentrated in Brazil, Peru, Mexico, Haiti, Colombia, Venezuela, Argentina, Bolivia, the United States, El Salvador, Panama and Guyana (PAHO, 2020).

There are 7 *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) lineages that are distributed worldwide, and they divided into two ancestral and modern groups, with the ancestral lineages being Lineage 1 (Indo-Oceanic), Lineage 5 (West African 1) and Lineage 6 (West African 2), while the modern lineages are Lineage 2 (East Asia), Lineage 3 (India-East Asia), Lineage 4 (Euro-American) and Lineage 7 (Ethiopia). Lineage 7 represents an intermediate phylogenetic branch between the ancestral and modern lineages. Lineages 5 and 6 correspond to strains traditionally known as *Mycobacterium africanum*, and lineages 2 and 4 are more virulent and prevalent worldwide. There are 16 sublineages, and the most important ones are as follows: lineage 1, MANU and EAI; lineage 2, Beijing; lineage 3, Central Asian (CAS) and Delhi; lineage 4, Haarlem (H), Latin American Mediterranean (LAM), T, X, S, Ghana, URAL, TUR, Uganda and H37Rv; and lineage 6, AFRI and West African (Augusto et al., 2018; Salvato et al., 2019).

This review describes the phylogeography of MTB sublineages reported in South American countries that was analyzed using genotyping tools, analyzes the TB hotspots in South America, and determines the impact of COVID-19 on TB control strategies.

The molecular epidemiology techniques

The molecular epidemiology of MTB aims, by a comparative analysis of nucleic acid sequences of strains to determine the relationship when the stains descend from a common ancestor and where the level of closeness and similarity between isolates varies. Molecular markers allow for the determination of the level of genetic relationship between strains according to variations in the DNA sequence due to single nucleotide polymorphisms (SNPs), long sequence polymorphisms (LSPs), or repeated sequence polymorphisms; this method allows for the characterization of the lineages of strains as

phylogenetic contributions to control the disease and disrupt the transmission chain (Coll & García de Viedma, 2018).

The techniques used for genotyping are typing by complementary oligonucleotide spacer sequences (spoligotyping), restriction-hybridization patterns (IS6110-RFLP, PGRS-RFLP), mycobacterial interleaved repeat units-variable number tandem repeats (MIRU-VNTR), and whole genome sequencing (WGS). The most advanced technique in the analysis of MTB from clinical samples is WGS, which allows the study of genome microevolution and the preparation of genomic libraries to identify epidemiological events of interest, with greater discrimination when detecting outbreaks, virulence, pathogenesis, transmission chains and mutations associated with resistance to first- and second- line antituberculosis drugs (Guthrie et al., 2019; Meehan et al., 2019). MIRU-VNTR is also a highly stable, fast, reproducible and highly discriminatory technique, which is why it is considered for epidemiological studies, population genetics and phylogenetic studies of pathogens belonging to the *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC) (Babai Kochkaksaraei et al., 2019; Jiménez et al., 2017). These two molecular techniques are the most widely used for studying the genotyping of MTB, and MIRU-VNTR is used more often in developing countries of South America than WGS.

Description of the circulating lineages in South America

The molecular epidemiological analysis is stratified by country through the molecular characterization of MTB and allows us to know the dynamics of disease transmission and to identify high-risk groups in order to provide an early response to outbreaks. In this way, several studies in South America report the circulating sublineages in each country and their percentage of prevalence is of interest for the control of TB in South America (Hill et al., 2020).

Brazil

It is the country with the highest number of TB cases and the second highest concentration of rifampicin- and multidrug-resistant tuberculosis (RR/MDR-TB) in the American region. In 2019, 76,000 new cases of TB were reported, and nearly 4,500 deaths occurred. Most of the cases reported in this country were concentrated in the southeast, where the state of São Paulo (SP) represented 20% of the disease incidence in the country. As one of the countries with the largest geographical extension in South America and having several borders, Brazil has a great variety of circulating lineages of MTB. There are foreign MTB lineages due to the movement of the population for tourism and commercial events. Currently, TB transmission routes are present in both rural and urban populations, so special attention has been given to study the disease through molecular epidemiology techniques, early diagnosis, and monitored treatment. The HIV-infected population and people deprived of their liberty are vulnerable groups, so plans for diagnosis and observed treatment have been implemented to disrupt the chain of transmission (Esteves et al., 2018; PAHO, 2020)

The circulating sublineages in Brazil with the highest percentages of prevalence are LAM (48.87%), RD^{Rio} (22.58%), Haarlem (13.7%), T (16.5%), X (3.6%), and S (2.05%), belonging to lineage 4, which prevails in the American region, due to the stability of its genotype and transmissibility. The lineages with the lowest prevalence are: Beijing (0.65%), Uganda (0.65%), MANU (0.58%), EAI (0.48%), CAS (0.45%), West African (0.26%), H37Rv (0.24%), Ural (0.13%), Cameroon (0.065%), BOV (0.02%) and Ghana (0.02%) (Table 1). The lineages 3, 4 and 6 have been incorporated into a variety of MTB lineages found in Brazil by the migration of people (Esteves et al., 2018; Salvato et al., 2019). Brazil has a low incidence of unidentified strains (10.5%), which is due to the implementation of molecular techniques such as spoligotyping, MIRU-VNTR (24 and 12 loci) and WGS to determine the transmission routes of TB (Cardoso Oelemann et al., 2011; Dalla Costa et al., 2013; Gomes et al., 2012; Luiz et al., 2013; Machado et al., 2014; Martins et al., 2013; Medeiros et al., 2018; Nogueira et al., 2016; Noguti et al., 2010; Soares et al., 2013; Vasconcellos et al., 2014).

In 2007, MTB isolates from Rio de Janeiro were analyzed for genomic deletions. The RD^{Rio} sublineage was characterized as having a new deletion of a single long-sequence polymorphism (> 26.3 kb) that included 10 genes. This sublineage was derived from a common ancestor that belongs only to the LAM sublineage, and is thus a predominant clade that causes TB in Rio de Janeiro and the most important source of recent transmission.³⁷ The clinical picture of people infected with MTB RD^{Rio} presents a predisposition to resistance to multiple drugs, hemoptysis (coughing up blood), weight loss, and association with higher bacillary loads (Esteves et al., 2018; Lazzarini et al., 2007).

Peru

After Brazil, Peru is the country with the second highest concentration of TB cases and the first in terms of RR/MDR-TB cases in the American region. In 2018, 31,668 TB cases were reported of which 1,457 corresponded to RR/MDR-TB and 121 to extremely resistant TB (XDR-TB). Metropolitan Lima and Callao account for 64% of TB cases in this country. Some indicators show progress in disease control, such as decreases of 2% and 3% per year for the reported incidence and total morbidity rates; however, the numbers of XDR-TB cases have increased (Centro de Epidemiología, Prevención y Control de & enfermedades, 2019; PAHO, 2020; Soto Cabezas et al., 2020). Peru, because of its political and geographical history, has had visitation of different nationalities that have increased the variety of MTB lineages in this region. Among the visitors are persons from Asia, a continent with a high incidence of TB worldwide and with the presence of lineages with high virulence and pathogenicity, such as Beijing (Farhat et al., 2019).

The most prevalent sublineages in Peru are LAM (35%), Haarlem (31%), and Beijing (10.27%); these findings are consistent with the data for the incidence of MDR/XDR-TB cases, since the Beijing sublineage is associated with cases of resistance to both first- and second-line anti-tuberculosis drugs. In several studies, the Haarlem sublineage had the

highest incidence rates due to the stability of this genotype in the population and the high rate of recent transmission. The sublineages with the lowest prevalence in Peru are X (3.1%), T (7.4%), S (0.32%), U (0.32%), MANU (0.01%), Ghana (0.01%), and EAI (0.01%); the presence of these sublineages correlates with the movement of people from the Asian region (Table 1). The percentage of unidentified strains (12.2%) is relatively low due to the implementation of molecular techniques such as spoligotyping, MIRU-VNTR (24 and 12 loci), and WGS to determine the transmission routes of TB (Barletta et al., 2013, 2015; Cáceres et al., 2014; Cohen et al., 2011; Farhat et al., 2019; Grandjean et al., 2015, 2017; Huang et al., 2020; Sheen et al., 2013; Taype et al., 2012).

Colombia

In the American region, Colombia has the fifth-highest concentration of TB cases after Mexico and Haiti and the sixth-highest concentration of RR/MDR-TB cases (PAHO, 2020). In 2019, there were 14,684 cases of TB. The territorial entities with the highest rate are Amazonas, Guainía, Risaralda, Barranquilla, Meta, Arauca, and Casanare. TB is concentrated in the most vulnerable segments of the Colombian population, such as HIV patients (11%), indigenous people (5%), street dwellers (4%), and prisoners (6%) (Instituto Nacional de Salud de Colombia, 2020).

The most prevalent sublineages in Colombia are LAM (39.14%), Haarlem (27.48%), T (10.41%), U (4.2%), S (1.9%), X (1.7%), and Beijing (1.63%); the lineage with the highest prevalence is LAM due to the stability of this genotype and transmissibility. The Beijing sublineage has a relatively low but persistent percentage in vulnerable populations such as the indigenous community and persons deprived of liberty (PPL). The sublineages with the lowest prevalence are MANU (0.2%), EAI (0.1%), Cameroon (0.05%), CAS (0.05%), H37Rv (0.05%), and West African (0.05%); sublineages belonging to lineages 3, 4 and 6 have increased the variability of MTB genotypes (Table 1) (García & Astudillo, 2019). The prevalence of unidentified strains is 7.4%, one of the lowest in the region, due to the use of molecular techniques such as spoligotyping, MIRU-VNTR (24 and 12 loci) and WGS for disease control (Beltrán-León et al., 2020; Castro et al., 2017; Cerezo et al., 2012; Cubillos-Ruiz et al., 2010; Guerra et al., 2019; D. Puerto et al., 2019; G. Puerto et al., 2015; Realpe et al., 2014).

Venezuela

It is the country with the sixth highest number of TB cases and with the eighth highest concentration of RR/MDR-TB in the American region (PAHO, 2020). In 2019, a TB infection rate of 47.8 per 100,000 people was reported (World Health Organization, 2020). In 2017, 10,952 cases of TB were reported (PAHO, 2018).

The most prevalent lineages in Venezuela are LAM (54.06%), T (11.11%), and Haarlem (4.72%), belonging to lineage 4, and those lineages with the lowest prevalence are X (1.25%), Beijing (0.41%), EAI (0.35%) and MANU (0.07%); there is evidence of lineages that are typical of the Asian region, which shows population movement. The RD^{Rio} lineage (55%), which is part of the LAM lineage, has a relatively high prevalence

(Table 1). The unidentified strains (0.83%) show a percentage close to zero due to the application of highly discriminatory molecular techniques such as MIRU-VNTR 24-loci (Abadía et al., 2009; Maes et al., 2008).

Argentina

It is the country with the seventh highest number of TB cases and with the seventh with the highest concentration of RR/MDR-TB in the American region (PAHO, 2020). In 2018, 11,670 cases of TB were reported, and 720 deaths occurred. Buenos Aires and Greater Buenos Aires had 45% of the cases at the country level, the incidence rate was 26.2 per 100,000 inhabitants, of which 6 out of 10 were men (Ministerio de Salud Argentina, 2020).

The sublineages with the highest prevalence are those belonging to lineage 4: T (31.55%), LAM (30.9%), and Haarlem (18.4%), with the T sublineage being the one with the highest concentration both in Buenos Aires and in Greater Buenos Aires due to its adaptability in the urban population. The sublineages with the lowest prevalence are S (2.19%), X (1.02%), and Beijing (0.23%), belonging to lineages 2 and 4. The RD^{Rio} sublineage (11.3%), part of the LAM sublineage, has been reported as a foreign sublineage implemented by population movement between Argentina and Brazil (Table 1). Unidentified strains (14.6%) present a relatively low percentage due to the use of molecular techniques such as spoligotyping, RFLP, and MIRU-VNTR 24-loci. The number of migrants from Europe and the Middle East has contributed to the diverse phylogeography of MTB (B. R. Imperiale et al., 2013; Belén Rocío Imperiale et al., 2019; Monteserin et al., 2018).

Bolivia

It is the country with the eighth highest number of TB cases and with the ninth highest concentration of RR/MDR-TB in the American region (PAHO, 2020). In 2018, 7,762 cases of TB were reported, where the Department of Santa Cruz had the highest incidence of TB in the country (42%), with 3,240 cases and 103 deaths (PAHO/WHO, 2019a).

The most prevalent sublineages are Haarlem (39.4%), LAM (26.3%), and T (22%), belonging to lineage 4. The Haarlem sublineage presents high transmissibility and stability in rural geographic areas, which justifies its high prevalence. The identified sublineages with lower prevalence are S (2%) and X (1%), belonging to lineage 4 (Table 1). This study used spoligotyping and MIRU-VNTR (Monteserin et al., 2013).

Guyana

Guyana has the twelfth highest concentrations of TB in the American region, after the Dominican Republic, El Salvador and Panama (PAHO, 2020). In 2017, an incidence of 109 cases per 100,000 people and 35.1% of patients with TB and HIV were reported. TB control still has some challenges in this nation, and one of the most critical being the HIV epidemic in the population. This epidemic has been identified as a major concern and

underlying cause of the increase in both TB morbidity and mortality (PAHO/WHO, 2019b). In 2018, Guyana was reported to be the country with the highest number of TB deaths in the American region (PAHO, 2020).

The sublineages with the highest prevalence are T (72.62%), EAI (10.8%), and Beijing (1.09%), with the T sublineage being the one found at higher concentrations due to its adaptability in the urban population (Table 1). Unidentified strains (16.2%) were reported in the studies, and the molecular techniques of spoligotyping and 15-loci-MIRU-VNTR were used (Millet et al., 2014; Streit et al., 2014).

Ecuador

In 2018, 6,094 cases of TB were reported, including 252 cases with RR/MDR-TB, 805 cases of TB in people with HIV, 637 cases of TB in people deprived of their liberty, and 154 cases of TB in children under 15. Men infected with TB are predominant, with a ratio of 2.40 men to women, and the most affected age group is 25-34 years old. The urban coast region has the highest concentration of TB (Ministerio de Salud Pública et al., 2019).

The most prevalent circulating sublineages are LAM (42.9%), Haarlem (26%), S (11.53%), Ghana (7.12%) and X (3.35%). The Beijing sublineage is of phylogenetic interest due to its high virulence and pathogenicity has been found in this country with a prevalence of 1.69%, which shows that the movement of people from frontier countries such as Peru has been able to migrate foreign lineages, increasing the transmission of TB. The sublineages with the lowest prevalence are Cameroon (0.83%) and Delhi (0.4%), which are sublineages belonging to lineages 3 and 4 (Table 1). The percentage of unidentified isolates (5.87%) is a relatively low value due to the use of more sensitive and specific techniques such as MIRU-VNTR 24-loci and WGS (Garzon-Chavez et al., 2019, 2020; Jiménez et al., 2017; Zurita et al., 2019).

Paraguay

In 2018, a rate of 43 per 100 000 individuals was reported for TB in Paraguay, with Asunción, Central, and Alto Paraná being the regions that comprised 54% of the country's cases. The disease had a greater incidence among the indigenous population (16.4%) and persons deprived of their liberty (14.4%) (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2019).

The most prevalent lineages are LAM (46.06%), Haarlem (17.27%), RD^{Rio} (11.3%), T (10.9%), and S (9.7%), belonging to lineage 4. The RD^{Rio} lineage shows the migration of people between Brazil and Paraguay. The sublineages with the lowest prevalence are X (1.51%) and Beijing (0.3%) (Table 1). There has been only one MTB genotyping study in this country; the study reported a case of a foreign lineage belonging to lineage 2 (Beijing sublineage), which was isolated from a South Korean immigrant residing in

Asunción. This study used *spoligotyping*, and to confirm the results obtained, the molecular techniques of RFLP and MIRU-VNTR were applied (Candia et al., 2007).

Chile

Very low rates of TB in Chile have been achieved after decades of sustained economic development-related decline and a robust and monitored National TB Program. In 2017, 2,740 cases of TB were reported. In 2018, the incidence rate was 14.7 cases per 100,000 people (Ministerio de Salud, 2018).

The most prevalent sublineages are LAM (39.4%), T (33.77%), Haarlem (13.6%) and X (3.64%), belonging to lineage 4. The LAM lineage is more prevalent due to the stability and transmissibility of this genotype. The sublineages with the lowest prevalence are Beijing (0.99%), S (0.3%), Cameroon (0.16%), and AFRI (0.16%), belonging to lineages 2 and 4 (Table 1). The Beijing sublineage is of interest because of its high pathogenicity and virulence present in the urban population of Chile due to migration from Peru and Venezuela (Balcells et al., 2015; Lagos et al., 2016; Meza et al., 2014).

Suriname

In 2018, an incidence of TB of 38 cases per 100 000 people and 4.7% of patients with TB and HIV was reported; in 2017, an incidence of 29 cases per 100 000 people was reported, suggesting an increase in TB transmission in the country (Commiesie et al., 2019).

The sublineages with the highest prevalence are T (26.25%), EAI (25%), Beijing (4.3%), and Haarlem (10.8%), with the Beijing sublineage having the highest percentage among Guianas (Table 1). Unidentified strains (31.2%) were reported in the studies using the molecular techniques of spoligotyping and 15-loci-MIRU-VNTR (Millet et al., 2014; Streit et al., 2014).

Uruguay

In 2018, an incidence of 33 cases per 100 000 people was reported (PAHO, 2020). This result is currently all the information that is available since no MTB molecular genotyping studies have been performed in this country.

French Guyana

French Guyana has the highest burden of TB among all French territories with a sharp increase in the incidence of TB in recent years to 9.5 cases per 100,000 people. TB is the fourth most frequent opportunistic infection among HIV patients in this country (Nacher et al., 2020).

The sublineages with the highest prevalence are T (32.6%), LAM (23.3%) and Haarlem (22.6%), with the T sublineage having the highest concentration due to its adaptability in the urban population and the LAM sublineage being the main circulating sublineage in South America (Table 1). The prevalence of more sublineages is unknown due to a single

genotyping study carried out in the French region, and the molecular technique used was spoligotyping (Guernier et al., 2008).

Table 1: References of shown data in this table are cited in the text of each country.

Country	Number of Samples	LAM	Haarlem	X	Cameroon	T	S	Ugand	TUR	Ghana	RD ^{Rio}	H37Rv	Beijing	MANU	EAI	Delhi	CAS	West African	AFRI	Unidentified
Brazil	4581	2239 48.87%	628 13.70%	165 3.6%	3 0.065%	756 16.5%	94 2.05%	30 0.65%	1 0.02%	1 0.02%	89 22.6%	11 0.24%	30 0.65%	27 0.58%	22 0.48%	-	-	12 0.26%	-	481
Peru	8863	3157 35%	2745 31%	277 3.1%	-	652 7.4%	28 0.32%	-	-	1 0.01%	-	-	910 10.3%	1 0.01%	1 0.01%	-	-	-	-	1085
Colombia	1834	718 39.14%	504 27.48%	31 1.7%	1 0.05%	191 10.41%	36 1.9%	-	-	-	-	1 0.05%	30 1.63%	4 0.2%	2 0.1%	-	1 0.05%	1 0.05%	-	136
Venezuela	1439	778 54.06%	68 4.72%	18 1.25%	-	160 11.11%	25 1.73%	-	-	47 55%	47 55%	-	6 0.41%	1 0.07%	5 0.35%	-	-	-	-	12
Argentina	1274	394 30.9%	234 18.4%	13 1.02%	-	402 31.55%	28 2.19%	-	-	6 11.3%	6 11.3%	-	3 0.23%	-	-	-	-	-	-	186
Bolivia	99	26 26.3%	39 39.4%	1 1%	-	22 22.2%	2 2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Guyana	74	-	-	-	-	54 72.62%	-	-	-	-	-	-	1 1.09%	-	8 10.8%	-	-	-	-	11
Ecuador	885	205 42.9%	124 26%	16 3.35%	4 0.83%	-	55 11.53%	-	-	34 7.12%	-	-	15 1.69%	-	-	2 0.4%	-	-	-	28
Paraguay	330	152 46.06%	57 17.27%	5 1.51%	-	36 10.9%	32 9.7%	-	-	6 10%	6 10%	-	1 0.3%	-	1 1%	-	-	-	-	33
Chile	604	238 39.4%	82 13.6%	22 3.64%	1 0.16%	204 33.77%	2 0.3%	-	-	-	-	6 0.99%	6 0.99%	-	-	-	-	-	1	48
Suriname	80	-	9 10.8%	-	-	21 26.25%	-	-	-	-	-	-	1 1.25%	-	20 25%	-	-	-	-	25
French	273	64 23.3%	62 22.6%	16 5.8%	-	89 32.6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
Guyana	273	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.38%

Table 1: References of shown data in this table are cited in the text of each country.

Source: Own elaboration

Molecular epidemiology studies in South America used to determine the lineages and sublineages circulating in each country, which the most prevalent are represented graphically according to their distribution and incidence rate of TB (Figure 1).

Distribution of the most prevalent MTB sublineages in South America.

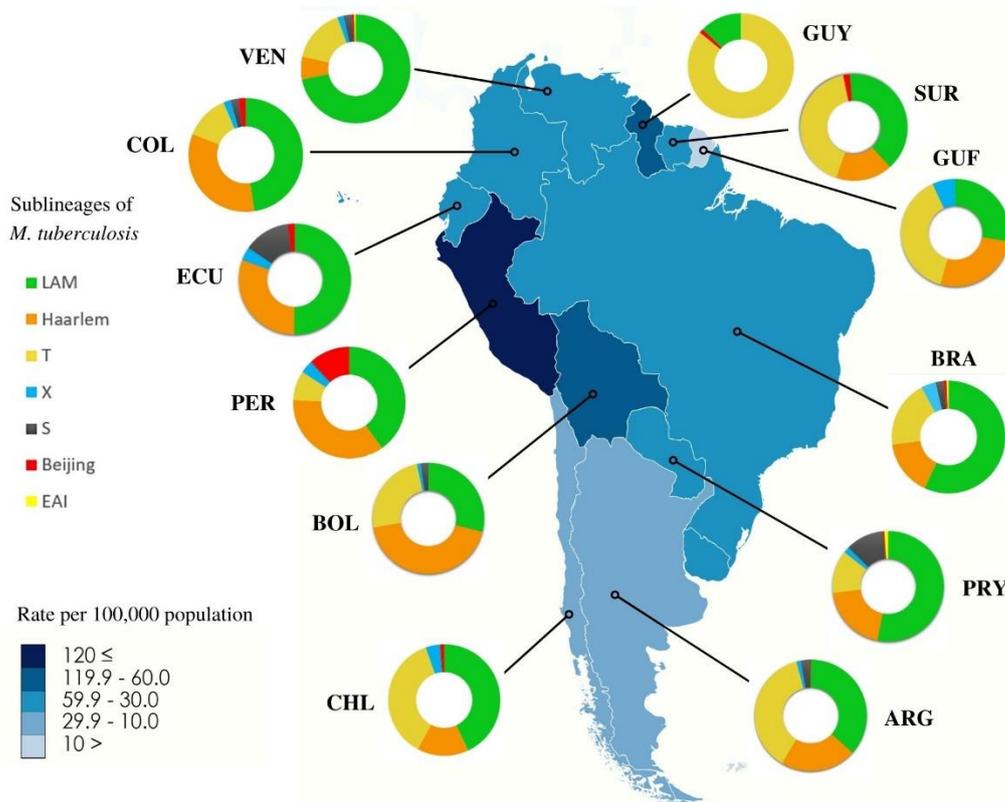


Figure 1: Data are included in *Table 1* with the percentage of prevalence per country. Each country has been shaded according to the estimated TB incidence rate in concordance with the “*Tuberculosis in the Americas 2019 regional report*”, by Pan American Health Organization (2020) [2]. Country codes (<http://www.worldatlas.com/aatlas/ctycodes.htm>).

Source: Own elaboration.

The dynamics of lineage distribution in South America

Susceptibility to MTB varies in every individual and this heterogeneity influences the routes and frequencies of transmission in a population. By understanding the magnitude and distribution of these differences, it is possible to predict the dynamics of the disease to control and reduce TB transmission (Rodrigues et al., 2017). The imminent interactions between host, environment and bacterial factors makes the epidemiological study of MTB difficult due to the independence of strains in phenotypic versus genotypic manifestation, explicitly in terms of virulence, where morbidity and mortality are the measures of proportion, since the virulence of MTB is directly related to transmission (Zhang et al., 2019).

Lineages 2, 3 and 4 are more transmissible than other lineages, and their sublineages are predisposed to adaptability to specific host populations; thus, their evolution has allowed

them to be distributed worldwide (Zhang et al., 2019). In South America, these lineages are widely dispersed in both rural and urban areas, where factors such as air pollution, smoking, malnutrition, population density, crowded living conditions, HIV incidence and mobility among migrants increase TB transmission and distribution (Esteves et al., 2018). This dispersion is how the LAM sublineage appears in cities with high population concentrations, promoting a more severe disease due to its high mutation rate. In turn, a new mutation from this sublineage has been reported, giving rise to a new RD^{Rio} strain that appears in the population of Rio de Janeiro with a clinical picture that has with high bacillary loads (Moraes et al., 2017); lineage 4 sublineages such as Haarlem and T are directly related to their stability and transmissibility in urban areas and the S sublineage in rural areas, especially in indigenous communities (Díaz Acosta et al., 2019; Garzon-Chavez et al., 2020). The Beijing sublineage is unique due to its high level of virulence, reduced inflammatory response and predisposition to antibiotic resistance. At present, its distribution in South America is not total, not because of its level of transmission and prevalence but because of the scarce genotyping studies in the countries where it is not reported (Cerezo-Cortés et al., 2019). For the circulating sublineages belonging to lineages 1, 3 and 6, since they have a low prevalence, it is not possible to determine their specific level of influence in a population area, except for their increased variability as complex outbreaks and new routes of infection (Garzon-Chavez et al., 2020).

Brazil and Peru are hotspots for tuberculosis in South America

Brazil is the country with the highest incidence of TB in South America, is an economic and tourism power, and has the greatest phylogenetic variety of MTB (lineages 1, 2, 3, 4 and 6). This diversity of lineages arises from the Portuguese impact on the country when it was a colony and the European and Asian impacts in the economic development of the country; thus, the most prevalent lineage is 4, from which comes the RD^{Rio} sublineage that is currently found not only in the population of Rio de Janeiro but also in Paraguay, Argentina and Venezuela (Díaz Acosta et al., 2019; Esteves et al., 2018; Moraes et al., 2017; PAHO, 2020). The geographic extension of Brazil provides border proximity to almost all countries in South America, and thus, political and economic relations increase the movement of people and consequently the distribution of MTB. This phylogenetic diversity that Brazil brings to South America has led to complex outbreaks and new routes of infection to countries that do not have the molecular tools or control strategies to counteract the transmission of TB (Esteves et al., 2018; Medeiros et al., 2018; Rodrigues et al., 2017). It is worth mentioning that despite its population density and large geographic area, the presence of RR/MDR/XDR-TB is not reported as being critical as it is in Peru (Esteves et al., 2018).

Peru is the country with the second highest incidence of TB but the first in terms of RR/MDR-TB, which is related to the level of prevalence of the Beijing sublineage. Prevalence of the Beijing sublineage in Peru is the highest in South America (10.3%) due to population migration from China associated with labor, commercial and economic factors. China is one of the hotspots with the highest level of TB prevalence in the world (Grandjean et al., 2017; Huang et al., 2020; PAHO, 2020). XDR-TB reports also have a

higher incidence in this nation than in South America as a whole. The highest density of cases are concentrated in the districts of Lima and Callao and in more than half of the country's departments with high poverty rates (Grandjean et al., 2017; Soto Cabezas et al., 2020). Soto Cabezas *et al.*, 2020 reported that almost half of the XDR-TB cases analyzed (48%) had no previous anti-TB treatment, which highlights the need to evaluate TB control programs. For bordering countries, both Ecuador and Chile have reported an increase in Beijing sublineage strains, making Ecuador and Colombia additional areas identified as critical or hotspots for the prevalence of lineage 2 (Garzon-Chavez et al., 2020; Lagos et al., 2016).

Impact of COVID-19 on TB disease

It is likely that the high prevalence of TB and increasing COVID-19 allow a temporal association that has a synergistic effect both economically and socially, where comorbidity would increase the rate of deaths in both vulnerable individuals and the general population (Homolka et al., 2020). In 2020, there has been a significant decrease in presumptive, confirmed cases and notifications of TB deaths compared to 2019, which is associated with restricted access to the diagnostic testing and treatment centers during confinement and associated with the use of resources such as laboratories, people and supplies that are focused on emergency planning and containment of the COVID-19 pandemic (Buonsenso et al., 2021; Homolka et al., 2020).

One of the possible post-pandemic effects is the increase in morbidity and mortality from TB and RR/MDR/XDR-TB due to overcrowded conditions, treatment abandonment and lack of an active search for cases during confinement and outbreaks of COVID-19, allowing the appearance of new outbreaks and chains of transmission, especially in vulnerable populations; thus, measures should be taken and TB control programs should be evaluated and implemented (Buonsenso et al., 2021; Comella-del-Barrio et al., 2020). TB control requires surveillance interventions, clinical assessment, diagnostic testing, contact tracing, and confirmation of diagnosis with supervised treatment regimens; as all these important actions have been limited, all the recent advances in the End TB Strategy have been affected (Homolka et al., 2020; McQuaid et al., 2020; Motta et al., 2020). It is necessary to respond to the COVID-19 pandemic without neglecting an epidemic such as TB, which is the fifth leading cause of death worldwide. This statement is even more true in South America where countries that are low development regions cannot cope with a coinfection of two infectious diseases or coinfection of up to three diseases if HIV is included.

Conclusions.

- The genotyping of MTB in the American region, mainly in South America, has provided results of epidemiological interest by identifying the circulating lineages that each country has and how migratory movements have contributed to the dissemination of TB and the increase in MTB genotypes in each country.

- In this case, Brazil and Peru are the countries with the major incidences of TB and increased phylogenetic diversity of MTB in South America. According to the scientific reports analyzed in this review, a high prevalence of sublineages belonging to lineage 4 can be observed as LAM, Haarlem, Cameroon X, T, S, and Ghana. Additionally, the new sublineage RD^{Rio} has a more severe clinical profile and is currently found not only in Brazil, the country of origin, but also in Argentina, Venezuela and Paraguay. Another important prevalent sublineage is the Beijing, which belongs to lineage 2, and is dispersed throughout the countries of South America except Bolivia, Uruguay and French Guyana, where there are no reports of incidence thus far.
- The sublineages of lineages 1, 3 and 6 have a low mutation rate, which correlates with their low transmissibility and adaptability in the population. MIRU-VNTR is highly discriminatory; however, there is still a low percentage of unidentified strains.
- Finally, the TB control directions are from the WHO, and each country implements these directions according to the country's resources (laboratories, supplies and people), which has been considered an impediment to harmonize strategies aimed at the control and elimination of the disease. Therefore, the response to the COVID-19 pandemic has a possible post-pandemic effect of a significant resurgence of TB cases; thus, as a scientific community, we must propose projects or seek diagnostic resources to actively search for cases, supervise and complete treatment, and epidemiologically control the disease and thereby disrupt the chain of transmission, especially in vulnerable populations.

References.

- Abadía, E., Sequera, M., Ortega, D., Méndez, M. V., Escalona, A., Da Mata, O., Izarra, E., Rojas, Y., Jaspe, R., Motiwala, A. S., Alland, D., de Waard, J., & Takiff, H. E. (2009). Mycobacterium tuberculosis ecology in Venezuela: Epidemiologic correlates of common spoligotypes and a large clonal cluster defined by MIRU-VNTR-24. *BMC Infectious Diseases*, 9(122). <https://doi.org/10.1186/1471-2334-9-122>
- Augusto, C. J., Carvalho, W. da S., Almeida, I. N. de, Figueiredo, L. J. de A., Dantas, N. G. T., Suffys, P. N., & Miranda, S. S. de. (2018). Comparative study of RFLP-IS6110 and MIRU-VNTR from Mycobacterium tuberculosis isolated in the state of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology: [Publication of the Brazilian Society for Microbiology]*, 49(3), 641-646. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.04.015>
- Babai Kochkarsarai, M., Kaboosi, H., & Ghaemi, E. A. (2019). Reproducibility of 15-Loci MIRU-VNTR Method in Mycobacterium tuberculosis Genotyping. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 12(8), e86396. <https://doi.org/10.5812/jjm.86396>

- Balcells, M. E., García, P., Meza, P., Peña, C., Cifuentes, M., Couvin, D., & Rastogi, N. (2015). A First Insight on the Population Structure of Mycobacterium tuberculosis Complex as Studied by Spoligotyping and MIRU-VNTRs in Santiago, Chile. *PLOS ONE*, *10*(2), e0118007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118007>
- Barletta, F., Otero, L., Collantes, J., Asto, B., de Jong, B. C., Seas, C., & Rigouts, L. (2013). Genetic variability of Mycobacterium tuberculosis complex in patients with no known risk factors for MDR-TB in the North-Eastern part of Lima, Peru. *BMC Infectious Diseases*, *13*(397). <https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-397>
- Barletta, F., Otero, L., de Jong, B. C., Iwamoto, T., Arikawa, K., Van der Stuyft, P., Niemann, S., Merker, M., Uwizeye, C., Seas, C., & Rigouts, L. (2015). Predominant Mycobacterium tuberculosis Families and High Rates of Recent Transmission among New Cases Are Not Associated with Primary Multidrug Resistance in Lima, Peru. *Journal of Clinical Microbiology*, *53*(6), 1854-1863. <https://doi.org/10.1128/JCM.03585-14>
- Beltrán-León, M., Rodríguez-Castillo, J. G., Zozio, T., Rastogi, N., & I Murcia, M. (2020). Genetic diversity of Mycobacterium tuberculosis clinical isolates from HIV-TB patients from two public hospitals at Bogotá, Colombia. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, *77*, 104059. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104059>
- Buonsenso, D., Iodice, F., Sorba Biala, J., & Goletti, D. (2021). COVID-19 effects on tuberculosis care in Sierra Leone. *Pulmonology*, *27*(1), 67-69. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.05.013>
- Cáceres, O., Rastogi, N., Bartra, C., Couvin, D., Galarza, M., Asencios, L., & Mendoza-Ticona, A. (2014). Characterization of the Genetic Diversity of Extensively-Drug Resistant Mycobacterium tuberculosis Clinical Isolates from Pulmonary Tuberculosis Patients in Peru. *PLOS ONE*, *9*(12), e112789. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112789>
- Candia, N., Lopez, B., Zozio, T., Carrivale, M., Diaz, C., Russomando, G., de Romero, N. J., Jara, J. C., Barrera, L., Rastogi, N., & Ritacco, V. (2007). First insight into Mycobacterium tuberculosis genetic diversity in Paraguay. *BMC Microbiology*, *7*(1), 75. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-7-75>
- Cardoso Oelemann, M., Gomes, H. M., Willery, E., Possuelo, L., Batista Lima, K. V., Allix-Béguec, C., Loch, C., Goguet de la Salmonière, Y.-O. L., Gutierrez, M. C., Suffys, P., & Supply, P. (2011). The forest behind the tree: Phylogenetic exploration of a dominant Mycobacterium tuberculosis strain lineage from a high tuberculosis burden country. *PloS One*, *6*(3), e18256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018256>

- Castro, C., Ricardo, A., Zabaleta, A., Llerena, C., Puerto, G., Castro, C., Ricardo, A., Zabaleta, A., Llerena, C., & Puerto, G. (2017). Characterization of clinical isolates of *Mycobacterium tuberculosis* from HIV positive individuals in Colombia, 2012. *Biomédica*, 37(1), 86-95. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i1.3112>
- Centro de Epidemiología, Prevención y Control de & enfermedades. (2019). *Sala situacional de Tuberculosis en el Perú*. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2019/SE122019/04.pdf>
- Cerezo, I., Jiménez, Y., Hernandez, J., Zozio, T., Murcia, M. I., & Rastogi, N. (2012). A first insight on the population structure of *Mycobacterium tuberculosis* complex as studied by spoligotyping and MIRU-VNTRs in Bogotá, Colombia. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, 12(4), 657-663. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.07.006>
- Cerezo-Cortés, M. I., Rodríguez-Castillo, J. G., Hernández-Pando, R., & Murcia, M. I. (2019). Circulation of *M. tuberculosis* Beijing genotype in Latin America and the Caribbean. *Pathogens and Global Health*, 113(8), 336-351. <https://doi.org/10.1080/20477724.2019.1710066>
- Cohen, T., Murray, M., Abubakar, I., Zhang, Z., Sloutsky, A., Arteaga, F., Chalco, K., Franke, M. F., & Becerra, M. C. (2011). Multiple Introductions of Multidrug-Resistant Tuberculosis into Households, Lima, Peru. *Emerging Infectious Diseases*, 17(6), 969-975. <https://doi.org/10.3201/eid1706.101471>
- Coll, P., & García de Viedma, D. (2018). Molecular epidemiology of tuberculosis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (English Edition)*, 36(4), 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.eimce.2018.01.001>
- Comella-del-Barrio, P., De Souza-Galvão, M. L., Prat-Aymerich, C., & Domínguez, J. (2020). Impact of COVID-19 on Tuberculosis Control. *Archivos de Bronconeumología*. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.11.016>
- Commiesie, E., Stijnberg, D., Marín, D., Perez, F., & Sanchez, M. (2019). Determinants of sputum smear nonconversion in smear-positive pulmonary tuberculosis patients in Suriname, 2010 – 2015. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 43. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.86>
- Cubillos-Ruiz, A., Sandoval, A., Ritacco, V., López, B., Robledo, J., Correa, N., Hernandez-Neuta, I., Zambrano, M. M., & Del Portillo, P. (2010). Genomic signatures of the Haarlem lineage of *Mycobacterium tuberculosis*: Implications of strain genetic variation in drug and vaccine development. *Journal of Clinical Microbiology*, 48(10), 3614-3623. <https://doi.org/10.1128/JCM.00157-10>

- Dalla Costa, E. R., Lazzarini, L. C. O., Perizzolo, P. F., Díaz, C. A., Spies, F. S., Costa, L. L., Ribeiro, A. W., Barroco, C., Schuh, S. J., da Silva Pereira, M. A., Dias, C. F., Gomes, H. M., Unis, G., Zaha, A., Almeida da Silva, P. E., Suffys, P. N., & Rossetti, M. L. R. (2013). Mycobacterium tuberculosis of the RDRio genotype is the predominant cause of tuberculosis and associated with multidrug resistance in Porto Alegre City, South Brazil. *Journal of Clinical Microbiology*, *51*(4), 1071-1077. <https://doi.org/10.1128/JCM.01511-12>
- Díaz Acosta, C. C., Russomando, G., Candia, N., Ritacco, V., Vasconcellos, S. E. G., de Berrêdo Pinho Moreira, M., de Romero, N. J., Morcillo, N., De Waard, J. H., Gomes, H. M., & Suffys, P. N. (2019). Exploring the “Latin American Mediterranean” family and the RDRio lineage in Mycobacterium tuberculosis isolates from Paraguay, Argentina and Venezuela. *BMC Microbiology*, *19*(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1479-6>
- Esteves, L. S., Dalla Costa, E. R., Vasconcellos, S. E. G., Vargas, A., Ferreira Junior, S. L. M., Halon, M. L., Ribeiro, M. O., Rodenbusch, R., Gomes, H. M., Suffys, P. N., & Rossetti, M. L. R. (2018). Genetic diversity of Mycobacterium tuberculosis isoniazid monoresistant and multidrug-resistant in Rio Grande do Sul, a tuberculosis high-burden state in Brazil. *Tuberculosis (Edinburgh, Scotland)*, *110*, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2018.02.009>
- Farhat, M. R., Freschi, L., Calderon, R., Ioerger, T., Snyder, M., Meehan, C. J., de Jong, B., Rigouts, L., Sloutsky, A., Kaur, D., Sunyaev, S., van Soolingen, D., Shendure, J., Sacchettini, J., & Murray, M. (2019). GWAS for quantitative resistance phenotypes in Mycobacterium tuberculosis reveals resistance genes and regulatory regions. *Nature Communications*, *10*(1), 2128. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10110-6>
- García, D. F., & Astudillo, M. (2019). Genotipificación de aislamientos del complejo Mycobacterium tuberculosis mediante MIRU-VNTR, Cali, Colombia, 2013-2015. *Biomédica*, *39*(1), 71-85. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i2.3924>
- Garzon-Chavez, D., Garcia-Bereguain, M. A., Mora-Pinargote, C., Granda-Pardo, J. C., Leon-Benitez, M., Franco-Sotomayor, G., Trueba, G., & de Waard, J. H. (2020). Population structure and genetic diversity of Mycobacterium tuberculosis in Ecuador. *Scientific Reports*, *10*(6237), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62824-z>
- Garzon-Chavez, D., Zurita, J., Mora-Pinargote, C., Franco-Sotomayor, G., Leon-Benitez, M., Granda-Pardo, J. C., Trueba, G., Garcia-Bereguain, M. A., & de Waard, J. H. (2019). Prevalence, Drug Resistance, and Genotypic Diversity of the Mycobacterium tuberculosis Beijing Family in Ecuador. *Microbial Drug Resistance (Larchmont, N.Y.)*, *25*(6), 931-937. <https://doi.org/10.1089/mdr.2018.0429>

- Gomes, H. M., Elias, A. R., Oelemann, M. A. C., Pereira, M. A. da S., Montes, F. F. O., Marsico, A. G., Kritski, A. L., Filho, L. dos A., Caldas, P. C., Possuelo, L. G., Cafrune, P., Rossetti, M. L., Lucena, N., Saad, M. H. F., Cavalcanti, H. R., Leite, C. Q. F., de Brito, R. C., Lopes, M. L., Lima, K., ... Suffys, P. N. (2012). Spoligotypes of Mycobacterium tuberculosis complex isolates from patients residents of 11 states of Brazil. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, 12(4), 649-656. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.08.027>
- Grandjean, L., Gilman, R. H., Iwamoto, T., Köser, C. U., Coronel, J., Zimic, M., Török, M. E., Ayabina, D., Kendall, M., Fraser, C., Harris, S., Parkhill, J., Peacock, S. J., Moore, D. A. J., & Colijn, C. (2017). Convergent evolution and topologically disruptive polymorphisms among multidrug-resistant tuberculosis in Peru. *PLOS ONE*, 12(12), e0189838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189838>
- Grandjean, L., Iwamoto, T., Lithgow, A., Gilman, R. H., Arikawa, K., Nakanishi, N., Martin, L., Castillo, E., Alarcon, V., Coronel, J., Solano, W., Aminian, M., Guezala, C., Rastogi, N., Couvin, D., Sheen, P., Zimic, M., & Moore, D. A. (2015). The Association between Mycobacterium Tuberculosis Genotype and Drug Resistance in Peru. *PLOS ONE*, 10(5), e0126271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126271>
- Guernier, V., Sola, C., Brudey, K., Guégan, J.-F., & Rastogi, N. (2008). Use of cluster-graphs from spoligotyping data to study genotype similarities and a comparison of three indices to quantify recent tuberculosis transmission among culture positive cases in French Guiana during a eight year period. *BMC Infectious Diseases*, 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-8-46>
- Guerra, J., Mogollón, D., González, D., Sanchez, R., Rueda, Z. V., Parra-López, C. A., & Murcia, M. I. (2019). Active and latent tuberculosis among inmates in La Esperanza prison in Guaduas, Colombia. *PLoS ONE*, 14(1), e0209895. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209895>
- Guthrie, J. L., Strudwick, L., Roberts, B., Allen, M., McFadzen, J., Roth, D., Jorgensen, D., Rodrigues, M., Tang, P., Hanley, B., Johnston, J., Cook, V. J., & Gardy, J. L. (2019). Whole genome sequencing for improved understanding of Mycobacterium tuberculosis transmission in a remote circumpolar region. *Epidemiology and Infection*, 147, e188. <https://doi.org/10.1017/S0950268819000670>
- Hill, J., Dickson-Hall, L., Grant, A. D., Grundy, C., Black, J., Kielmann, K., Mlisana, K., Mitrani, L., Loveday, M., Moshabela, M., Le Roux, S., Jassat, W., Nicol, M., & Cox, H. (2020). Drug-resistant tuberculosis patient care journeys in South Africa: A pilot study using routine laboratory data. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease: The Official Journal of the International Union*

Against Tuberculosis and Lung Disease, 24(1), 83-91.
<https://doi.org/10.5588/ijtld.19.0100>

Homolka, S., Paulowski, L., Andres, S., Hillemann, D., Jou, R., Günther, G., Claassens, M., Kuhns, M., Niemann, S., & Maurer, F. P. (2020). *Two Pandemics, One Challenge—Leveraging Molecular Test Capacity of Tuberculosis Laboratories for Rapid COVID-19 Case-Finding—Volume 26, Number 11—November 2020—Emerging Infectious Diseases journal—CDC*. 26(11).
<https://doi.org/10.3201/eid2611.202602>

Huang, C.-C., Chu, A. L., Becerra, M. C., Galea, J. T., Calderón, R., Contreras, C., Yataco, R., Zhang, Z., Lecca, L., & Murray, M. B. (2020). Mycobacterium tuberculosis Beijing Lineage and Risk for Tuberculosis in Child Household Contacts, Peru. *Emerging Infectious Diseases*, 26(3), 568-578.
<https://doi.org/10.3201/eid2603.191314>

Imperiale, B. R., Zumárraga, M. J., Di Giulio, A. B., Cataldi, A. A., & Morcillo, N. S. (2013). Molecular and phenotypic characterisation of Mycobacterium tuberculosis resistant to anti-tuberculosis drugs. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease: The Official Journal of the International Union Against Tuberculosis and Lung Disease*, 17(8), 1088-1093.
<https://doi.org/10.5588/ijtld.12.0949>

Imperiale, Belén Rocío, Di Giulio, Á. B., Mancino, M. B., Zumárraga, M. J., & Morcillo, N. S. (2019). Surveillance and characterization of drug-resistant Mycobacterium tuberculosis isolated in a reference hospital from Argentina during 8 years' period. *International Journal of Mycobacteriology*, 8(3), 223-228.
https://doi.org/10.4103/ijmy.ijmy_94_19

Instituto Nacional de Salud de Colombia. (2020). *Boletín epidemiológico semanal. Semana 12* (N.º 12). https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_12.pdf

Jiménez, P., Calvopiña, K., Herrera, D., Rojas, C., Pérez-Lago, L., Grijalva, M., Guna, R., & Viedma, D. G. (2017). Identification of the Mycobacterium tuberculosis Beijing lineage in Ecuador. *Biomédica*, 37(2), 233-237.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.3450>

Lagos, J., Couvin, D., Arata, L., Tognarelli, J., Aguayo, C., Leiva, T., Arias, F., Hormazabal, J. C., Rastogi, N., & Fernández, J. (2016). Analysis of Mycobacterium tuberculosis Genotypic Lineage Distribution in Chile and Neighboring Countries. *PLOS ONE*, 11(8), e0160434.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160434>

Lazzarini, L. C. O., Huard, R. C., Boechat, N. L., Gomes, H. M., Oelemann, M. C., Kurepina, N., Shashkina, E., Mello, F. C. Q., Gibson, A. L., Virginio, M. J.,

- Marsico, A. G., Butler, W. R., Kreiswirth, B. N., Suffys, P. N., Lapa e Silva, J. R., & Ho, J. L. (2007). Discovery of a Novel Mycobacterium tuberculosis Lineage That Is a Major Cause of Tuberculosis in Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Clinical Microbiology*, *45*(12), 3891-3902. <https://doi.org/10.1128/JCM.01394-07>
- Luiz, R. D. S. S., Suffys, P., Barroso, E. C., Kerr, L. R. F. S., Duarte, C. R., Freitas, M. V. C., Mota, R. M. S., & Frota, C. C. (2013). Genotyping and drug resistance patterns of Mycobacterium tuberculosis strains observed in a tuberculosis high-burden municipality in Northeast, Brazil. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases: An Official Publication of the Brazilian Society of Infectious Diseases*, *17*(3), 338-345. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2012.10.019>
- Machado, L. N. C., Marcondes, N. R., Leite, C. Q. F., Santos, A. C. B., Pavan, F. R., Baldin, V. P., Castilho, A. L., Siqueira, V. L. D., Baeza, L. C., Berghs, H., & Cardoso, R. F. (2014). First Baseline of Circulating Genotypic Lineages of Mycobacterium tuberculosis in Patients from the Brazilian Borders with Argentina and Paraguay. *PLOS ONE*, *9*(9), e107106. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107106>
- Maes, M., Kremer, K., van Soolingen, D., Takiff, H., & de Waard, J. H. (2008). 24-locus MIRU-VNTR genotyping is a useful tool to study the molecular epidemiology of tuberculosis among Warao Amerindians in Venezuela. *Tuberculosis (Edinburgh, Scotland)*, *88*(5), 490-494. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2008.04.003>
- Martins, M. C., Giampaglia, C. M. S., Oliveira, R. S., Simonsen, V., Latrilha, F. O., Moniz, L. L., Couvin, D., Rastogi, N., & Ferrazoli, L. (2013). Population structure and circulating genotypes of drug-sensitive and drug-resistant Mycobacterium tuberculosis clinical isolates in São Paulo state, Brazil. *Infection, Genetics and Evolution*, *14*, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.10.015>
- McQuaid, C. F., McCreesh, N., Read, J. M., Sumner, T., CMMID COVID-19 Working Group, Houben, R. M. G. J., White, R. G., & Harris, R. C. (2020). The potential impact of COVID-19-related disruption on tuberculosis burden. *European Respiratory Journal*, *56*(2), 2001718. <https://doi.org/10.1183/13993003.01718-2020>
- Medeiros, T. F., Nogueira, C. L., Prim, R. I., Scheffer, M. C., Alves, E. V., Rovaris, D. B., Zozio, T., Rastogi, N., & Bazzo, M. L. (2018). Molecular epidemiology of Mycobacterium tuberculosis strains from prison populations in Santa Catarina, Southern Brazil. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, *58*, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2017.12.010>

- Meehan, C. J., Goig, G. A., Kohl, T. A., Verboven, L., Dippenaar, A., Ezewudo, M., Farhat, M. R., Guthrie, J. L., Laukens, K., Miotto, P., Ofori-Anyinam, B., Dreyer, V., Supply, P., Suresh, A., Utpatel, C., van Soolingen, D., Zhou, Y., Ashton, P. M., Brites, D., ... Van Rie, A. (2019). Whole genome sequencing of Mycobacterium tuberculosis: Current standards and open issues. *Nature Reviews Microbiology*, *17*(9), 533-545. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0214-5>
- Meza, P., Balcells, M. E., Miranda, C., Cifuentes, M., Wozniak, A., & García, P. (2014). Presence of Beijing genotype among Mycobacterium tuberculosis strains in two centres of the Region Metropolitana of Chile. *Revista chilena de infectología*, *31*(1), 21-27. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182014000100003>
- Millet, J., Baboolal, S., Streit, E., Akpaka, P. E., & Rastogi, N. (2014). A First Assessment of Mycobacterium tuberculosis Genetic Diversity and Drug-Resistance Patterns in Twelve Caribbean Territories. *BioMed Research International*, *2014*, e718496. <https://doi.org/10.1155/2014/718496>
- Ministerio de Salud. (2018). *Informe de situación epidemiológica y operacional del Programa Nacional de Tuberculosis 2017.. Chile.*
- Ministerio de Salud Argentina. (2020). *Boletín sobre Tuberculosis en la Argentina N3.* <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-10/boletin-epidemiologico-tb-2020.pdf>
- Ministerio de Salud Pública, Secretaría de Vigilancia de la Salud Pública, & Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. (2019). *Boletín Anual Tuberculosis 2018. Ecuador.*
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. (2019). *Tuberculosis: Enfermedad respiratoria mortal que tiene cura. Paraguay.*
- Monteserin, J., Camacho, M., Barrera, L., Palomino, J. C., Ritacco, V., & Martin, A. (2013). Genotypes of Mycobacterium tuberculosis in patients at risk of drug resistance in Bolivia. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, *17*, 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2013.04.010>
- Monteserin, J., Paul, R., Gravina, E., Reniero, A., Hernandez, T., Mazzeo, E., Togneri, A., Simboli, N., López, B., Couvin, D., Rastogi, N., & Ritacco, V. (2018). Genotypic diversity of Mycobacterium tuberculosis in Buenos Aires, Argentina. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, *62*, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.04.006>
- Moraes, E. B., Slompo, L., Finardi, A. J., Silveira, H. P. P. da, Ruiz, L., Gomes, H. M., Richini, V. B., Suffys, P., Fortaleza, C. M. C. B., Cavalcanti, R., Baptista, I. M.

- F. D., Moraes, E. B., Slompo, L., Finardi, A. J., Silveira, H. P. P. da, Ruiz, L., Gomes, H. M., Richini, V. B., Suffys, P., ... Baptista, I. M. F. D. (2017). Tuberculosis associated factors caused by Mycobacterium tuberculosis of the RDRio genotype. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 112(3), 182-187. <https://doi.org/10.1590/0074-02760160347>
- Motta, I., Centis, R., D'Ambrosio, L., García-García, J.-M., Goletti, D., Gualano, G., Lipani, F., Palmieri, F., Sánchez-Montalvá, A., Pontali, E., Sotgiu, G., Spanevello, A., Stochino, C., Taberner, E., Tadolini, M., van den Boom, M., Villa, S., Visca, D., & Migliori, G. B. (2020). Tuberculosis, COVID-19 and migrants: Preliminary analysis of deaths occurring in 69 patients from two cohorts. *Pulmonology*, 26(4), 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.05.002>
- Nacher, M., Adenis, A., Abboud, P., Djossou, F., Demar, M., Epelboin, L., & Couppié, P. (2020). HIV patients dying on anti-tuberculosis treatment: Are undiagnosed infections still a problem in French Guiana? *BMC Research Notes*, 13(209). <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05054-w>
- Nogueira, C. L., Prim, R. I., Senna, S. G., Rovaris, D. B., Maurici, R., Rossetti, M. L., Couvin, D., Rastogi, N., & Bazzo, M. L. (2016). First insight into the molecular epidemiology of Mycobacterium tuberculosis in Santa Catarina, southern Brazil. *Tuberculosis (Edinburgh, Scotland)*, 97, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2015.12.005>
- Noguti, E. N., Leite, C. Q. F., Malaspina, A. C., Santos, A. C. B., Hirata, R. D. C., Hirata, M. H., Mamizuka, E. M., & Cardoso, R. F. (2010). Genotyping of Mycobacterium tuberculosis isolates from a low-endemic setting in northwestern state of Paraná in Southern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105(6), 779-785. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000600008>
- PAHO. (2018). *Tuberculosis in the Americas, 2018*. <http://iris.paho.org/xmlui/handle/10665.2/49510>
- PAHO. (2020). *Tuberculosis in the Americas. Regional Report 2019* (License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO).
- PAHO/WHO. (2019a, marzo 25). *OPS/OMS Bolivia—La suma de acciones pueden poner fin a la tuberculosis*. Pan American Health Organization / World Health Organization. https://www.paho.org/bol/index.php?option=com_content&view=article&id=2225:la-suma-de-acciones-pueden-poner-fin-a-la-tuberculosis&Itemid=481
- PAHO/WHO. (2019b, marzo 26). *PAHO/WHO Guyana -Día Mundial de la Tuberculosis 2019*. Pan American Health Organization / World Health Organization. https://www.paho.org/guy/index.php?option=com_content&view=article&id=353:world-tb-day-2019&Itemid=0

- Puerto, D., Erazo, L., Zabaleta, A., Murcia, M. I., Llerena, C., Puerto, G., Puerto, D., Erazo, L., Zabaleta, A., Murcia, M. I., Llerena, C., & Puerto, G. (2019). Characterization of clinical isolates of *Mycobacterium tuberculosis* from indigenous peoples of Colombia. *Biomédica*, *39*, 78-92. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i3.4318>
- Puerto, G., Erazo, L., Wintaco, M., Castro, C., Ribón, W., & Guerrero, M. I. (2015). *Mycobacterium tuberculosis* Genotypes Determined by Spoligotyping to Be Circulating in Colombia between 1999 and 2012 and Their Possible Associations with Transmission and Susceptibility to First-Line Drugs. *PLoS ONE*, *10*(6), e0124308. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124308>
- Realpe, T., Correa, N., Rozo, J. C., Ferro, B. E., Gomez, V., Zapata, E., Ribon, W., Puerto, G., Castro, C., Nieto, L. M., Diaz, M. L., Rivera, O., Couvin, D., Rastogi, N., Arbelaez, M. P., & Robledo, J. (2014). Population Structure among *Mycobacterium tuberculosis* Isolates from Pulmonary Tuberculosis Patients in Colombia. *PLOS ONE*, *9*(4), e93848. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093848>
- Rodrigues, N. C. P., Andrade, M. K. de N., O'Dwyer, G., Flynn, M., Braga, J. U., Almeida, A. S. de, Bastos, L. S., Lino, V. T. S., Rodrigues, N. C. P., Andrade, M. K. de N., O'Dwyer, G., Flynn, M., Braga, J. U., Almeida, A. S. de, Bastos, L. S., & Lino, V. T. S. (2017). Distribution of pulmonary tuberculosis in Rio de Janeiro (Brazil): A spatial analysis. *Ciência & Saúde Coletiva*, *22*(12), 4125-4134. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172212.0143016>
- Salvato, R. S., Schiefelbein, S., Barcellos, R. B., Praetzel, B. M., Anusca, I. S., Esteves, L. S., Halon, M. L., Unis, G., Dias, C. F., Miranda, S. S., de Almeida, I. N., de Assis Figueredo, L. J., Silva, E. C., Kritski, A. L., Dalla Costa, E. R., & Rossetti, M. L. R. (2019). Molecular characterisation of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* isolates from a high-burden tuberculosis state in Brazil. *Epidemiology and Infection*, *147*, e216. <https://doi.org/10.1017/S0950268819001006>
- Sheen, P., Couvin, D., Grandjean, L., Zimic, M., Dominguez, M., Luna, G., Gilman, R. H., Rastogi, N., & Moore, D. A. J. (2013). Genetic diversity of *Mycobacterium tuberculosis* in Peru and exploration of phylogenetic associations with drug resistance. *PloS One*, *8*(6), e65873. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065873>
- Soares, R. O., Macedo, M. B. de, von Groll, A., & Silva, P. E. A. da. (2013). *Mycobacterium tuberculosis* belonging to family LAM and sublineage RD Rio: Common strains in Southern Brazil for over 10 years. *Brazilian Journal of Microbiology*, *44*(4), 1251-1255. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000400032>

- Soto Cabezas, M. G., Munayco Escate, C. V., Escalante Maldonado, O., Valencia Torres, E., Arica Gutiérrez, J., & Yagui Moscoso, M. J. A. (2020). Perfil epidemiológico de la tuberculosis extensivamente resistente en el Perú, 2013-2015. *Revista Panamericana de Salud Pública*, *44*. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.29>
- Streit, E., Baboolal, S., Akpaka, P., Millet, J., & Rastogi, N. (2014). Finer characterization of Mycobacterium tuberculosis using spoligotyping 4 and 15-loci MIRU-VNTRs reveals phylogeographical specificities of 5 isolates circulating in Guyana and Suriname. *Infection, Genetics and Evolution*, *30*, 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.12.015>
- Taype, C. A., Agapito, J. C., Accinelli, R. A., Espinoza, J. R., Godreuil, S., Goodman, S. J., Bañuls, A. L., & Shaw, M. A. (2012). Genetic diversity, population structure and drug resistance of Mycobacterium tuberculosis in Peru. *Infection, Genetics and Evolution*, *12*(3), 577-585. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.02.002>
- Vasconcellos, S. E. G., Acosta, C. C., Gomes, L. L., Conceição, E. C., Lima, K. V., de Araujo, M. I., Leite, M. de L., Tannure, F., Caldas, P. C. de S., Gomes, H. M., Santos, A. R., Gomgnimbou, M. K., Sola, C., Couvin, D., Rastogi, N., Boechat, N., & Suffys, P. N. (2014). Strain classification of Mycobacterium tuberculosis isolates in Brazil based on genotypes obtained by spoligotyping, mycobacterial interspersed repetitive unit typing and the presence of large sequence and single nucleotide polymorphism. *PloS One*, *9*(10), e107747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107747>
- World Health Organization. (2020). *Global tuberculosis report 2020*.
- Zhang, Y., Liu, M., Wu, S. S., Jiang, H., Zhang, J., Wang, S., Ma, W., Li, Q., Ma, Y., Liu, Y., Feng, W., Amsalu, E., Li, X., Wang, W., Li, W., & Guo, X. (2019). Spatial distribution of tuberculosis and its association with meteorological factors in mainland China. *BMC Infectious Diseases*, *19*(379). <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4008-1>
- Zurita, J., Espinel, N., Barba, P., Ortega-Paredes, D., Zurita-Salinas, C., Rojas, Y., & Alcocer, I. (2019). Genetic diversity and drug resistance of Mycobacterium tuberculosis in Ecuador. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease: The Official Journal of the International Union Against Tuberculosis and Lung Disease*, *23*(2), 166-173. <https://doi.org/10.5588/ijtld.18.0095>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Cabezas Vinueza, L., & Jiménez Arias, P. (2021). Distribution of Mycobacterium tuberculosis lineages in South America. Anatomía Digital, 4(3), 34-58.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1755>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Elevación sinusal en pacientes con atrofia alveolar en el tratamiento de Implantología.



Sinus elevation in patients with alveolar atrophy in implantology treatment.

Dania Rodríguez Herrera.¹, María Teresa Lima Reyna.² & Rogelio Pérez Iglesias.³

Recibido: 06-05-2021 / Revisado: 17-05-2021 / Aceptado: 03-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1756>

Abstract:

Introduction. Sinus elevation is a predictable surgical procedure performed in order to vertically increase the amount of bone in the posterior region of the maxilla for implant-supported prosthetic rehabilitation. **Objective:** Characterize patients with alveolar atrophy in the oral implantology treatment of the posterior maxilla after elevation of the floor of the maxillary sinus. **Methodology:** An observational, descriptive and cross-sectional investigation was carried out in the Maxillofacial Surgery service, Hospital “Faustino Pérez” in Matanzas,

Resumen.

Introducción. La elevación sinusal es un procedimiento quirúrgico predecible que se realiza con la finalidad de aumentar verticalmente la cantidad de hueso en la región posterior del maxilar para la rehabilitación protésica implanto-soportada. **Objetivo:** Caracterizar los pacientes con atrofia alveolar en el tratamiento de Implantología oral del maxilar posterior previa elevación del piso del seno maxilar. **Metodología:** Se realizó una investigación observacional, descriptiva y transversal en el servicio de Cirugía Máxilo Facial, Hospital

¹Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico Faustino Pérez, Matanzas, Cuba, daniarodriguez890613@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-6114-3932>

²Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico Faustino Pérez, Matanzas, Cuba, maytelimareina@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-7406-1186>

³Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas, Cuba. rogelioeduardopereziglesias@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-8933-4124>

between October 2017-September 2019. The universe was made up of all the patients with posterior alveolar atrophy; a sample of 38 patients was taken.

Results: 47% of the patients corresponded to the age range 41-50 years, the female sex 82%. 86 implants were placed, 69% in the premolar area, 31% in the molar area. 47% of the residual ridges had crestal height less than 5mm. There were a total of 51 sinus elevations, 71% were with the lateral window technique, 29% were transcresal. 24% of the lateral window approach with crestal height less than 5mm, 100% transcresal between 8-10mm. 25 surgeries were unilateral and 13 bilateral. 17% of the implants were placed simultaneously, 83% delayed. 9.8% complications were recorded.

Conclusions: Sinus elevation predominated in ages 41-50 years and in females. The most related teeth were the premolars. More than half of the patients with great bone deficit. A lateral window was made in cases with crestal height less than 8mm with delayed implant placement. The transcresal technique was performed from 8-10mm with simultaneous implant placement. The most used technique was the lateral and unilateral localization window. The most frequent complication was perforation of Schneider's membrane in the lateral window technique.

Key Words: Maxillary sinus elevation, alveolar atrophy, dental implants.

“Faustino Pérez” de Matanzas, entre octubre 2017- septiembre 2019. El universo lo constituyó la totalidad de los pacientes con atrofia alveolar posterior; se tomó una muestra de 38 pacientes.

Resultados: El 47% de los pacientes correspondió al rango etario 41-50 años, el sexo femenino el 82%. Se colocaron 86 implantes, el 69% en zona de premolares, 31% en molares. El 47% de los rebordes residuales tenían altura crestal menor de 5mm. Hubo un total de 51 elevaciones sinusales, el 71% fue con la técnica ventana lateral, 29% transcresal. El 24% del abordaje ventana lateral con altura crestal menor de 5mm, 100% transcresal entre 8-10mm. 25 cirugías fueron unilaterales y 13 bilaterales. El 17% de los implantes se colocaron simultáneos, 83% diferidos. Se registró 9.8% de complicaciones.

Conclusiones: La elevación sinusal predominó en edades de 41-50 años y en el sexo femenino. Los dientes más relacionados fueron los premolares. Más de la mitad de los pacientes con gran déficit óseo. Se realizó ventana lateral en los casos con altura crestal menor de 8mm con la colocación diferida del implante. La técnica transcresal se realizó a partir de 8-10mm con la colocación simultánea del implante. La técnica más usada fue la ventana lateral y de localización unilateral. La complicación más frecuente fue la perforación de la membrana de Schneider en la técnica ventana lateral.

Palabras Claves: Elevación de seno maxilar, atrofia alveolar, implantes dentales.

Introducción:

La colocación de implantes en la zona posterior maxilar es actualmente un desafío en la rehabilitación fija implanto-soportada. Con la pérdida de las piezas dentales, los estímulos que mantienen el hueso alveolar desaparecen causando un proceso degenerativo que provoca el estrechamiento de la anchura de la cresta ósea, la disminución del trabeculado y de la altura, esta atrofia se acompaña de otras consecuencias, como disminución de tejidos blandos, alteración de la relación máxilo-mandibular, cambios faciales y de apariencia que afectan el pronóstico de esta zona como sitio receptor para colocación de implantes. Otros factores están también directamente relacionados, tales como, neumatización del seno, morfología inadecuada, calidad ósea de la región que es mayormente medular y la edad, que es inversamente proporcional a la densidad ósea. (Nasser Nasser K. , 2020).

Numerosos tratamientos han emergido en los últimos cincuenta años para corregir parcialmente esta dificultad, hasta que en los años ochenta surge la elevación del piso de seno maxilar como una alternativa quirúrgica válida que se ha ido afianzando en las últimas décadas como la más predecible. (Alsabbagh, Alsabbagh, Nahas, & Rajih, 2017) (Deporter, Todescan, & Caudry, 2017)

La elevación del seno maxilar es un procedimiento quirúrgico que sirve para incrementar la dimensión vertical del hueso en las porciones posterolaterales de los maxilares para posibilitar la inserción de implantes osteointegrados. (Avilés Echeverría, Hermida Salazar, & Pineda Álvarez, 2020)

Las técnicas quirúrgicas de elevación del piso de seno maxilar se han clasificado en dos grandes grupos. Las de abordaje externo que requieren de una ventana ósea lateral para llegar al seno maxilar introducida en 1977 por Tatum y publicada en 1980 por Boyne y James. (Boyne & James, 1980); y las de abordaje interno que llegan al seno maxilar a través del reborde óseo residual que es un procedimiento quirúrgico menos invasivo introducido por Summers en 1994 mediante el uso de osteótomos. (Summers, 1994)

La elevación lateral o directa del suelo del seno maxilar es una técnica quirúrgica más compleja que permite abordar esta estructura anatómica de una forma más amplia mediante una apertura o antrotomía vestibular y el despegamiento cuidadoso de la mucosa sinusal lo que permite desplazar hacia arriba el fragmento óseo, visualizando directamente la cavidad, la inserción de los implantes y rellenar, así mismo, con hueso autólogo y/o biomateriales ese espacio. (Nasser Nasser K. , 2020)

La técnica transalveolar o indirecta es menos invasiva y consiste en un abordaje en la cresta alveolar con un fresado controlado y la perforación del suelo antral, respetando la membrana sinusal y utilizando un instrumental adecuado (ej. osteótomos) con una suave presión e introduciendo y rellenando o no ese espacio neoformado con hueso y/o biomateriales. (Nasser Nasser K. , 2020)

En ambos grupos desde un punto de vista implantológico, existen dos alternativas para la inserción de los implantes. Una técnica supone la inserción de los implantes de forma

simultánea a la elevación sinusal, en la misma sesión operatoria. Es decir, se realiza la elevación de la membrana sinusal por la vía lateral o transcrestal, simultáneamente se insertan los implantes por la vía alveolar y después del relleno del seno con biomaterial elegido. La segunda opción supone la realización de la elevación sinusal directa, y después de un periodo de tiempo de espera o cicatrización no menor de 6-8 meses se realiza la inserción diferida de los implantes. (Melej, Tirreau, & Valdés, 2016)

La elección de la vía de abordaje y la colocación simultánea o diferida del implante depende de las distintas situaciones anatómicas y las diferentes topografías del seno respecto al reborde maxilar. En 1984 Carl Misch propuso una clasificación basada en la altura ósea residual en la que describe cuatro tipos de reborde residual cada uno con su opción terapéutica. (Misch, 1993)

Buco-palatino describió dos tipos:

- Tipo (A): 5 mm o más.
- Tipo (B): 2.5 a 5 mm.

Vertical:

- Grado I. El hueso maxilar remanente es mayor de 10 mm. Tratamiento: inserción de implantes de forma convencional sin elevación de seno.
- Grado II. El hueso maxilar remanente entre 8 y 10 mm. Tratamiento: a) Colocación de implantes de diámetro ancho y longitud adecuada, sin romper la cortical sinusal. b) Colocación de implantes con elevación atraumática o pasiva del seno maxilar (empleando osteótomos).
- Grado III. La altura ósea residual está comprendida entre 5 y 8 mm. Tratamiento: inserción de implantes con elevación traumática activa o con abordaje lateral del seno maxilar. En este caso no puede usarse la técnica anterior (elevación atraumática o pasiva del seno maxilar), ya que la mucosa sinusal no admite elongarse más de 5 mm sin perforarse, por lo que hay que abordar el seno con el método de Tatum
- Grado IV. El hueso maxilar remanente es menor de 5 mm. Tratamiento: elevación del seno maxilar por vía lateral e inserción diferida de los implantes en un segundo tiempo quirúrgico, después de la maduración del injerto antral.

El indica la antroplastía en los casos en que existe una altura crestal de 5 a 8 mm, lo que clasifica como SA3 y SA4.

En estos procedimientos se han utilizado injertos óseos de diferentes orígenes: hueso autólogo, aloinjertos, xenoinjertos y materiales aloplásticos. Todos ellos han mostrados resultados aceptables. (C.D Aguirre Valencia, 2019) (Lambert, y otros, 2017)

Debido a que, en los últimos años, se ha proyectado una gran cantidad de factores que influyen la predictibilidad de la elevación del piso de seno maxilar; ello lo convierte en un procedimiento en constante estudio. Sin embargo, la evidencia en la provincia Matanzas se encuentra aislada, en la minuciosa búsqueda bibliográfica realizada para este

estudio, no se encontró ninguna investigación que se ocupe de la observación del tema dirigidos al profesional de estomatología. Se vio entonces la necesidad de revisar y reportar la evidencia disponible acerca de las implicaciones anatómicas, clínicas y radiográficas del procedimiento de elevación sinusal para la colocación de implantes.

El **objetivo** de la investigación fue caracterizar los pacientes con atrofia alveolar en el tratamiento de Implantología oral previa elevación del piso seno maxilar.

Metodología:

Se realizó una investigación observacional descriptiva transversal en el servicio de Cirugía Máxilo Facial del Hospital Universitario “Faustino Pérez” del municipio Matanzas; en el período comprendido entre octubre del 2017 a septiembre del año 2019.

El universo estuvo constituido por la totalidad de los pacientes con atrofia alveolar que fueron 38 y a los que se les realizó 51 elevaciones del piso de seno maxilar.

Antes del tratamiento se examinó cada caso mediante radiografías simples (ortopantomografía, proyección de Waters y Rx periapical) con el fin de analizar la situación ósea en cuanto a sus dimensiones en anchura y altura, la cual fue medida mediante un pie de rey, registrándose en milímetros la distancia del reborde alveolar. Se incluyeron aquellos pacientes con ausencia de volumen óseo necesario para insertar implantes; señalando una serie de requisitos básicos:

- Altura del reborde alveolar residual menor de 10 mm.
- Espesor del reborde alveolar residual menor de 4 mm.
- Ausencia de patología sinusal previa.
- Ausencia de limitaciones anatómicas.

Se excluyeron los pacientes con:

- Presencia de patología sinusal que pudiera interferir con el tratamiento.
- Inadecuada dimensión transversa del seno.
- Inadecuado o gran espacio entre arcos. Inapropiada relación intermaxilar.
- Patología periapical asociada. Enfermedad periodontal activa y sin tratamiento.
- Enfermos terminales.
- Factores que disminuyan la supervivencia del injerto.
- Factores que contraindiquen la inserción de implantes. Embarazo. Diabetes Mellitus no controlada.

Siguiendo la clasificación de Misch (Misch, 1993) según el espacio disponible del reborde residual alveolar se seleccionó la técnica quirúrgica a emplear.

En todos los casos, se utilizó como biomaterial de relleno betafosfatotricálcico y membrana de colágeno. Los implantes insertados fueron Miss Seven.

Después de la cirugía, la cual se realizó con anestesia local los pacientes comenzaron un régimen con antibiótico preventivo (amoxicilina + metronidazol) durante 10 días. Así

mismo, todos los pacientes fueron tratados durante una semana con ibuprofeno, gotas nasales e inhalaciones, según protocolo de tratamiento de la sinusitis postoperatoria.

A la semana se retiraron las suturas y a todos los pacientes se les recomendó el enjuague diario con clorhexidina durante los primeros 30 días.

A los 6 meses en los implantes insertados de forma simultánea y a los 8 meses en los insertados de forma diferida a la elevación sinusal, se realizó la carga funcional de los implantes mediante la colocación de las correspondientes prótesis fijas implanto-soportadas ya que es el tiempo mínimo necesario para la consolidación del material injertado.

Se tuvo en cuenta los principios bióticos, implícitos en todo estudio realizado con seres humanos. Los pacientes fueron informados de la técnica quirúrgica de elevación sinusal con sus posibles complicaciones y fracasos. Así mismo, se explicó el protocolo posterior del tratamiento con implantes, de los aspectos quirúrgicos y prostodóncicos, temporalización del tratamiento y seguimiento, así como de la posibilidad de la existencia de complicaciones y pérdida de implantes. En la información interpersonal no se empleó lenguaje técnico, sino sencillo y comprensible para el sujeto. La información relacionada con su identidad fue tratada de manera confidencial. Los investigadores no coaccionaron, ni influyeron para participar o mantenerse en el estudio, considerando este la máxima expresión del principio de autonomía.

La fuente de información que se empleó fue la historia clínica de cada paciente. Para el análisis estadístico de las variables: sociodemográficas, relaciones anatómicas dentales, altura crestal, técnicas quirúrgicas, localización, colocación de implantes y complicaciones se creó una base de datos mediante el software SPSS, versión 20. Se utilizó el porcentaje como medida de resumen realizando distribuciones de frecuencia a todas las variables en estudio. Se presentaron los resultados en tablas de distribución de frecuencias que fueron analizadas y discutidas de acuerdo a los objetivos propuestos para emitir las conclusiones en contraste y comparación con los resultados encontrados en la literatura científica.

Resultados:

La distribución de pacientes con elevación del piso del seno maxilar según grupo de edad y sexo (tabla 1) reflejó que el grupo etario que predominó fue el comprendido entre 41-50 años (47%). Con relación al sexo el mayor porcentaje lo constituyó el femenino con un 82% del total. Los resultados obtenidos se deben a que las mujeres son más preocupadas que los hombres por su estética y salud bucal, además la elevación del piso del seno maxilar es un tratamiento pre-implantológico que requiere de cuidados pre y postoperatorios para evitar complicaciones y los hombres manifiestan más el miedo por lo que la mayoría prefieren rehabilitarse protésicamente con los métodos convencionales. (Esposito, y otros, 2010), en un artículo sobre la efectividad de la elevación del piso del seno maxilar para la rehabilitación con implantes dentales obtuvo resultados similares a esta investigación, siendo el sexo femenino la mayor representación con un 72% y la edad media 49 años.

Tabla 1: Distribución de los pacientes con elevación del piso del seno maxilar según grupo de edad y sexo. Hospital Faustino Pérez. Matanzas. Octubre 2017- diciembre 2019.

Grupos de Edades	Sexos					
	Masculino	%	Femenino	%	Total	%
18-30	1	14	2	6	3	8
31-40	3	43	5	16	8	21
41-50	1	14	17	55	18	47
51-60	1	14	6	19	7	18
61 o más	1	14	1	3	2	5
Total	7	18	31	82	38	100

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

Cuando se profundiza en las relaciones anatómicas dentales con el seno maxilar (tabla 2); se observó que hubo un predominio de los premolares (69%) sobre los molares (31%) para un total de 86 implantes posteriores al tratamiento. El 61% correspondió al segundo premolar. El primer molar alcanzó el 93% coincidiendo que el grupo de edad de 41-50 años es la población más tratada con un 60%. Solamente un 7% correspondió al segundo molar en el rango de 41-50 años. El estudio coincide con muchos investigadores (Cosci & Luccioli, 2000), (Duan, y otros, 2017), (Herrmann, Lekholm, Holm, & Kultje, 2005), (Jiménez, y otros, 2015), que plantean que las zonas más intervenidas son las relacionadas con el segundo premolar y el primer molar porque los ápices de estos dientes mantienen una estrecha relación con el suelo del seno maxilar, además el primer molar es el diente que más rápido se pierde al ser el primero en brotar y muchas veces desde edades tempranas, por lo que la reabsorción ósea y neumatización es mayor a este nivel y anatómicamente es el punto de mayor convexidad del piso sinusal.

Tabla 2: Distribución de pacientes según grupos de edades y relaciones anatómicas dentales con el seno maxilar.

Grupos de Edades	Total N=86							
	Pre-Molares n = 59				Molares n = 27			
	1er	%	2do	%	1er	%	2do	%
	18-30	1	4	3	8	1	4	-
31-40	5	22	6	17	2	8	-	-
41-50	9	39	16	44	15	60	2	100
51-60	5	22	7	19	4	16	-	-

61 o más	3	13	4	11	3	12	-	-
Total	23	39	36	61	25	93	2	7

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

De un total de 51 elevaciones del piso del seno maxilar en 38 pacientes; hubo un predominio de senos con gran déficit óseo donde la altura crestral fue menos de 5 mm (Tabla 3). Diversos estudios, (Avilés Echeverría, Hermida Salazar, & Pineda Álvarez, 2020), (Cosci & Luccioli, 2000), (Esposito, y otros, 2010) (Guzman Cruz & Sauri Esquivel, 2017), (Shalu, Ramesh, & Komal, 2018) evalúan los resultados de la elevación del piso del seno maxilar y la colocación de implantes según la altura crestral coincidiendo que casi el 50% de los pacientes presentan altura crestral menor de 5 mm. Como tendencia se observó que a medida que aumenta la edad el déficit óseo es mayor igual que los resultados reportados en esta investigación. (Avila-ortiz, Wang, Galindo-moreno, Misch, & Rudek, 2012) señaló que la cantidad de hueso disponible no será el único factor a tener en cuenta, ya que el patrón de reabsorción y la calidad del hueso también van a condicionar el tratamiento implantológico a corto y largo plazo. Es criterio de los autores que un aumento sinusal es exitoso cuando el hueso disponible en altura, después de la intervención, asegura la inserción de implantes con un mínimo de 10 mm de longitud y un diámetro de 4 mm, sin precisar la edad del paciente, lo cual fue demostrado en el presente estudio ya que todos los implantes insertados se corresponden con estas características macroscópicas.

Tabla 3: Clasificación de la pérdida de hueso en sentido vertical según grupo de edades.

Grupos de Edades	No de Pacientes	Altura Crestal					Total
		Mayor 10 mm	e/ 8 -10 mm	e/ 5 - 8 mm	Menor 5 mm	5	
18-30	3	-	1	2	-	3	
31-40	8	-	4	4	2	10	
41-50	18	-	6	6	13	25	
51-60	7	-	4	-	5	9	
61 o más	2	-	-	-	4	4	
Total	38	-	15	12	24	51	
%		-	29	24	47	100	

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

La distribución de los pacientes según grupo de edades y técnica quirúrgica (Tabla 4) arrojó que el abordaje abierto con ventana lateral representó el 71% del total de las técnicas quirúrgicas y el 29% restante correspondió al abordaje transcresal. El 49% del total de las intervenciones realizadas correspondió al grupo de edades de 41 a 50 años; esto se debió en gran medida a que el mayor número de pacientes atendidos se correspondió a este rango de edad. En varios reportes revisados (Guzman Cruz & Sauri

Esquivel, 2017), (Jiménez, y otros, 2015), (Melej, Tirreau, & Valdés, 2016), (Shalu, Ramesh, & Komal, 2018), se observó que el 60% de las elevaciones sinusales con la técnica ventana lateral se realiza en pacientes con más de 40 años, dado a la atrofia alveolar progresiva propia de la edad.

Tabla 4: Distribución de pacientes según grupo de edad y técnica quirúrgica.

Grupos de Edades	Técnica Quirúrgica					
	Transcrestal.	%	Ventana Lateral	%	Total	%
18-30	1	7	2	6	3	6
31-40	4	27	6	17	10	20
41-50	6	40	19	53	25	49
51-60	4	27	5	14	9	18
61 o más	-	-	4	11	4	8
Total	15	29	36	71	51	100

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

La relación de la técnica quirúrgica según la altura crestal (Tabla 5) mostró que del total de 51 elevaciones sinusales, el 67% de la ventana lateral tenían una altura crestal menor de 5 mm y el 33% entre 5-8 mm. Se realizó la técnica transcrestal a la totalidad de los casos con altura crestal de 8-10 mm. Estos resultados coinciden con (Esposito, y otros, 2010) el cual realizó la elección de la técnica quirúrgica a expensas del volumen óseo para la colocación simultánea o diferida del implante, predominando la ventana lateral en el 65% de los casos con altura crestal de 5 mm o menos según la clasificación de Misch. Existen estudios (Alsabbagh, Alsabbagh, Nahas, & Rajih, 2017), (Bensaha & Mjabber, 2016), en que comparan resultados de tratamientos con ambas técnicas quirúrgicas en diferentes pacientes que presentan una situación clínica similar donde cada enfoque clínico va a tener unas ventajas y unas desventajas: la técnica transcrestal es más conservadora que la convencional y se coloca el implante en el mismo acto quirúrgico pero la desventaja es que se realiza a ciegas.

La ventana lateral se puede colocar el implante simultáneo cuando se dispone de 5 mm o diferido cuando se desea recuperar grandes volúmenes de hueso, porque reduce la posibilidad de lesionar los senos maxilares durante la colocación de implantes, permite el crecimiento de hueso propio para restaurar el hueso perdido y permite la creación de un entorno adecuado para la colocación de implantes; pero en este caso el plan de tratamiento suele ser complejo y el tiempos de cicatrización y rehabilitación implanto protésica prolongados. (Herrmann, Lekholm, Holm, & Kultje, 2005) refirió en su investigación que es difícil comparar el gran número de estudios sobre técnicas de elevación del seno maxilar en relación a la altura ósea disponible por la diferencia existente en cuanto a criterios de inclusión y exclusión, grado de reabsorción, fases de tratamiento, tipo de material de injerto y la elección del cirujano. Los autores coinciden con Herrmann porque,

aunque teóricamente se han definido las indicaciones de ambos abordajes estos se han ampliado al desarrollarse nuevas tecnologías que facilitan o mejoran los procedimientos haciéndolos más versátiles.

Es importante aclarar que la investigación que se muestra no constituye un reporte comparativo, se centra en la valoración de la evolución de un grupo de pacientes a partir de la técnica empleada de acuerdo a la altura crestral y las características de cada paciente.

Tabla 5: Relación de técnica quirúrgica según altura crestral.

Altura Crestral	Técnica Quirúrgica					
	Transcrestral	%	Ventana lateral	%	Total	%
Mayor 10 mm	-	-	-	-	-	-
e/ 8 - 10 mm	15	100	-	-	15	29
e/ 5 - 8 mm	-	-	12	33	12	24
Menor 5 mm	-	-	24	67	24	47
Total	15	29	36	71	51	100

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

De acuerdo a la técnica quirúrgica y su localización en el maxilar (Tabla 6) se obtuvo que del total de 38 pacientes hubo un predominio de las cirugías unilaterales. En sentido general la técnica quirúrgica ventana lateral se realizó tanto en la localización unilateral como bilateral. Estudios revisados por el autor (Guzman Cruz & Sauri Esquivel, 2017) reportan que los mayores por ciento de las elevaciones del piso del seno maxilar previo a la rehabilitación con implantes son de localización unilateral, clase II de Kennedy con un 80,5% y el 19.5% bilateral. Estos resultados coinciden con los obtenidos en este estudio como se describió anteriormente.

Tabla 6: Técnica quirúrgica según localización.

Técnica Quirúrgica	Localización					
	Unilateral	%	Bilateral	%	Total	%
Transcrestral.	11	44	-	-	11	29
Ventana Lateral	14	56	9	69	23	61
Combinadas	-	-	4	31	4	10
Total	25	100	13	100	38	100

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

En el periodo se colocaron 15 implantes simultáneos a la técnica quirúrgica transcrestal con altura crestal de 8-10 mm ya que en esta situación clínica se consigue una buena estabilidad primaria de los implantes. Sin embargo, con el abordaje ventana lateral se colocaron 71 implantes diferidos porque no ofrece una estabilidad primaria aceptable, al haber un mayor déficit óseo (altura menor de 5 mm) (Tabla 7); en estos casos se decidió esperar 6 meses para la inserción de implantes en una segunda fase.

Los autores consideran importante colocar los implantes diferidos en los pacientes con elevación sinusal traumática porque en estos casos hubo mayor atrofia alveolar con el inconveniente de que el tratamiento rehabilitador con la carga funcional del implante requiere el doble de tiempo y que el paciente es sometido a dos intervenciones quirúrgicas, pero vale aclarar que muchos autores (Alsabbagh, Alsabbagh, Nahas, & Rajih, 2017), (Jiménez, y otros, 2015) plantean que esperar 6 meses es favorable porque es el tiempo mínimo necesario para la consolidación del material injertado asegurando una buena regeneración ósea y favorece una buena estabilidad primaria de los implantes. La reacción ósea después de la intervención suele ser muy favorable. El material injertado y el hueso neoformado parecen remodelarse adecuadamente como reacción a la carga funcional de los implantes.

(Bustillo, 2017) difiere de este criterio porque plantea que en un periodo de 6 meses el seno maxilar tiende a reneumatizarse, colocando los implantes simultáneos al abordaje ventana lateral. Estudios revisados (Herrmann, Lekholm, Holm, & Kultje, 2005), (Jiménez, y otros, 2015) no constatan la reabsorción del biomaterial en este tiempo y los implantes colocados en una segunda fase fueron estables igual que los resultados de nuestra investigación. Por su parte, (Esposito, y otros, 2010) compara en su estudio la colocación simultánea o diferida del implante, concluyendo que ambas opciones fueron capaces de lograr las metas planeadas, sin diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, uno de los implantes analizados no obtuvo la estabilidad primaria necesaria, sugiriendo que el riesgo es real, y que, en estos casos, en que se sospeche de antemano que no se va a lograr la estabilidad, sería mejor posponer la instalación del implante y realizar el procedimiento en 2 tiempos quirúrgicos.

(Nasser Nasser K. e., 2018) concluyó en su estudio que el procedimiento usando la vía crestal es menos invasivo, reduce el tiempo operatorio, y minimiza el discomfort postoperatorio, mostrando que esta técnica es segura para rebordes residuales con 5 o 6 mm de altura, déficit de anchura ósea de aproximadamente 1.5 a 2.5 mm; y una baja densidad ósea. Con este tipo de procedimientos se obtiene hasta 13 mm en altura, conservando e incrementando la cantidad ósea. A pesar de los resultados de este autor en nuestra investigación optamos por realizar la técnica transcrestal a partir de 8 mm con el objetivo de ganar 5 mm evitando el hiperextensión de la membrana para evitar la perforación de la misma, la cual no tenemos control visual de la misma con esta elevación atraumática.

Los autores consideran que la cantidad de hueso cortical es un factor decisivo en la colocación de implantes simultáneos a la elevación del suelo sinusal; a pesar de esto en el mundo, la rehabilitación con implantes no solo se utiliza para mejorar la salud bucal de

los pacientes, también se usa como negocio, resultando un tratamiento muy caro en el sector privado y muchos pacientes buscan opciones más rápidas de tratamiento, sin importar las características clínicas, lo que después constituye un fracaso y la tasa de supervivencia de los implantes es menor por las complicaciones del tratamiento. Debido a los pequeños tamaños de muestra, y a la amplia heterogeneidad en tiempos de instalación, tipos de implantes, altura ósea residual, número de implantes, biomateriales, etc., que fue evaluada por cada trabajo, son necesarios más estudios clínicos aleatorizados que evalúen parámetros estandarizados y con tamaño de muestras mayores para poder poseer información más concluyente.

Tabla 7: Colocación de Implantes según Técnicas Quirúrgicas.

Técnica Quirúrgica	Colocación de Implantes					
	Simultáneos		Diferidos		Total	
	No	%	No	%	No	%
Transcrestal n=15	15	100	-	-	15	17
Ventana Lateral n=36	-	-	71	100	71	83
Total n=51	15	17	71	83	86	100

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

Se registró un 9.8% de complicaciones del total de las cirugías realizadas (Tabla 8). De ellas el 100% correspondieron a la técnica ventana lateral; no registrándose ninguna complicación tanto intra como post-operatoria en la técnica transcrestal. La perforación de la membrana de Schneider durante el levantamiento constituyó la de más peso para un 5.8% del total de complicaciones y precisó su oclusión con una membrana reabsorbible de colágeno. Solamente un 1.9% se correspondió con la presencia de septum óseos dentro del seno. Como complicaciones post-operatorias ocurrió un caso con epístaxis representando un 1.9% del total de complicaciones. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Jiménez, y otros, 2015) reportando un 4.9% de complicaciones todas asociadas a la técnica ventana lateral y en pacientes con gran reabsorción alveolar; demostró que la elevación del seno maxilar constituye una técnica quirúrgica segura en la gran mayoría de los pacientes intervenidos y que la incidencia de complicaciones intra y postoperatorias no afecta los resultados clínicos, sin embargo se puede asociar a un menor número de complicaciones la técnica indirecta, especialmente cuando esta va de la mano de la instalación de implantes pequeños. Con respecto a la técnica ventana lateral coincidimos con autores, (Avilés Echeverría, Hermida Salazar, & Pineda Álvarez, 2020), (Bensaha & Mjabber, 2016), (Quispe-Damián, Castro-Ruiz, & Mendoza-Azpur, 2020), donde la perforación de la membrana es la complicación más frecuente, la principal causa es por un manejo inadecuado al momento de desprender la membrana de Schneider siendo

más común en la parte inferior y lateral de la ventana, descrita por (Misch, 1993) el mismo sugiere tratamientos a este tipo de complicaciones.

Recientemente se ha propuesto el uso de instrumentos oscilantes ultrasónicos para cirugía de hueso como una alternativa al uso de piezas de alta velocidad para la preparación de la osteotomía de ventana lateral. La incidencia de reportes de perforación de membrana con éstos instrumentos varía del 3.6% al 20%. (Quispe-Damián, Castro-Ruiz, & Mendoza-Azpur, 2020).

(Guzman Cruz & Sauri Esquivel, 2017) reporta que las tasas de éxito en el abordaje lateral con o sin colocación de implantes son ciertamente tranquilizadoras, la perforación de la membrana sinusal es una complicación frecuente en este procedimiento, con tasas que van en un rango del 11% al 54%. Teniendo en cuenta estas estadísticas podemos decir que los resultados de nuestra investigación son alentadores, ya que obtuvimos un 9.8% lo que está por debajo de ese rango.

Es importante destacar que factores como laceración de la membrana y el intento de repararla, aumenta considerablemente el tiempo del procedimiento y consecuentemente el malestar postoperatorio, sangramiento u otras variables intra-operatorias no fueron asociadas a la sinusitis post-operatoria; a diferencia de (Jiménez, y otros, 2015), el cual obtuvo una prevalencia del 4%, asociado principalmente a la presencia de sinusitis previa y a la membrana sinusal delgada; la mayoría de los casos se observaron en mujeres, aunque no se reveló asociación estadística con el sexo del paciente.

Tabla 8: Complicaciones de la elevación del piso del seno maxilar según técnicas quirúrgicas.

Complicaciones		Técnicas Quirúrgicas					
		Transcristal n=15	%	Ventana Lateral n=36	%	Total n=51	%
Intra-Operatorias	Perforación o rotura de la membrana de Schneider durante el levantamiento	-	-	3	5.8	3	5.8
	Presencia de septum óseos dentro del seno.	-	-	1	1.9	1	1.9
	Hemorragias	-	-	-	-	-	-
Post-Operatorias:	Sangrado por la nariz (Epístaxis)	-	-	1	1.9	1	1.9
	Despegamiento de la herida	-	-	-	-	-	-
	Sinusitis aguda	-	-	-	-	-	-

Presencia de fistula subantral	-	-	-	-	-	-
Infecciones.	-	-	-	-	-	-
Desplazamiento del implante al seno.	-	-	-	-	-	-
Total General Complicaciones	-	-	5	9.8	5	9.8

Fuente: Historias Clínicas de Implantología oral.

Conclusiones:

- La elevación sinusal predominó en las edades de 41-50 años.
- Los dientes más relacionados fueron los premolares. Más de la mitad con gran déficit óseo.
- Se realizó ventana lateral en los casos con altura crestal menor de 8 mm con colocación del implante en una segunda fase. La técnica transcrestal se realizó a partir de 8-10 mm con la colocación simultánea del implante.
- La técnica más usada fue la ventana lateral y de localización unilateral.
- La complicación más frecuente fue la perforación de la membrana de Schneider en la técnica ventana lateral.

Referencias bibliográficas

Alsabbagh, A., Alsabbagh, M., Nahas, B., & Rajih, S. (2017). Comparison of three different methods of internal sinus lifting for elevation heights of 7mm an ex vivo study. *Int J Implant Dent*, Vol.3(40) pp 4-12.

Avila-ortiz, G., Wang, H., Galindo-moreno, P., Misch, C., & Rudek, I. (2012). Neiva DDSR. *Formation Following Maxillary Sinus Augmentation.*, Vol. 27(5).

Avilés Echeverría, S. A., Hermida Salazar, P. A., & Pineda Álvarez, D. M. (2020). Elevación de seno maxilar con técnica de ventana lateral y rehabilitación implantoprotésica: reporte de caso. *Research, Society and Development.*, Vol. 9 n.12.

Bensaha, T., & Mjabber, H. (2016). Evaluation of new bone formation after sinus augmentation with two different methods. *Int J Oral Maxillofac Surg.*, Vol. 45(1) pp 93-8.

Boyne, P., & James, R. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg.*, Vol. 38 pp 613-6.

Bustillo, D. (2017). Elevación de piso de seno maxilar con técnica de ventana lateral y colocación simultánea de implantes: reporte de un caso. *Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral*, Vol.10(3).

- C.D Aguirre Valencia, M. C. (2019). *Técnica Transalveolar para el Levantamiento de Seno de Maxilares Atróficos*. Trabajo Académico para optar el Título de Segunda Especialidad en: PERIODONCIA E IMPLANTOLOGIA, TACNA-PERÚ.
- Cosci, F., & Luccioli, M. (2000). A new sinus lifts technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study. *Implant Dent.*, Vol. 9(4): pp 363-8.
- Deporter, D., Todescan, R., & Caudry, S. (2017). Simplifying management of the posterior maxilla using short, porous-surface dental implants and simultaneous indirect sinus elevation. *Int J Periodontics Restorative Dent.*, Vol. 20 pp 476.
- Duan, D., Fu, J., Qi, W., Du, Y., Pan, J., & Wang, H. (2017). Graft-free maxillary sinus floor elevation: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.*, Vol. 88 pp 550-64.
- Esposito, M., Grusovin, M., Rees, J., Karasoulos, D., Felice, P., Alissa, R., & al., e. (2010). Effectiveness of sinus lift procedures for dental implant rehabilitation: a Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol.*, Vol. 3(1): pp 7-26.
- Guzman Cruz, D., & Sauri Esquivel, E. (2017). Técnica de ventana lateral para elevación de seno maxilar con fines terapéuticos implantológicos. *Revista Odontológica Latinoamericana.* , Vol. 9(2): pp 69-74.
- Herrmann, I., Lekholm, U., Holm, S., & Kultje, C. (2005). Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants.*, Mar-Apr; Vol. 20(2): pp 220-30.
- Jiménez, A., Monsalve, L., Ortiz, I., España, A., Segura, J., & Velasco, E. (2015). La elevación del seno maxilar en el tratamiento con implantes dentales. Un estudio a 4 años. . *Av Periodon Impl Oral.*, Vol. 27 pp 145-54.
- Lambert, F., Leonard, A., Drion, P., Sourice, S., Layrolle, P., & Rompen, E. (2017). Influence of space-filling materials in subantral bone augmentation: Blood clot vs. autogenous bone chips vs. bovine hydroxyapatite. . *Clin Oral Implants Res.* , Vol. 22 pp 538-45.
- Melej, C., Tirreau, B., & Valdés, R. (2016). Elevación bilateral de seno maxilar con colocación inmediata y mediata de implantes. *Rev ChilPeriodonOseoint.* , Vol. 2(2) pp 3-10.
- Misch, C. (1993). *Implantología Contemporánea*. Madrid: Mosby-Doyma Libros.
- Nasser Nasser, K. (2020). *La elevación indirecta del seno maxilar en el tratamiento con implantes, técnica MISE*. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud. Universidad de Sevilla, España.
- Nasser Nasser, K. e. (2018). El tratamiento con implantes mediante la elevación transcrestal del seno maxilar. Un estudio a 3 años. *Avances en Odontoestomatología*, Vol. 34 pp 151-58.

- Quispe-Damián, D., Castro-Ruiz, C., & Mendoza-Azpur, G. (2020). Complicaciones quirúrgicas de la elevación de seno maxilar en Implantología. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, Vol. 22 pp 61-70.
- Shalu, B., Ramesh, R., & Komal, M. (2018). Aumento del seno maxilar. *Indian Society Periodontology.*, Vol. 22(6) pp 468-73.
- Summers, R. (1994). *A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique*. *Compendium*: 15:152–162.



PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Rodríguez Herrera, D., Lima Reyna, M. T., & Pérez Iglesias, R. (2021). Elevación sinusal en pacientes con atrofia alveolar en el tratamiento de Implantología. *Anatomía Digital*, 4(3), 59-75. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1756>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Resultados de un programa de tratamiento de rehabilitación domiciliaria en pacientes hemipléjicos por enfermedad cerebrovascular



Results of a home rehabilitation treatment program in hemiplegic patients due to cerebrovascular disease

Maura Guerra Sánchez.¹, Jayne Peñate Brito.², Mónica González Guerra.³ & Dayamí Cepero Silvera.⁴

Recibido: 07-05-2021 / Revisado: 18-05-2021 / Aceptado: 04-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1757>

Abstract.

Introduction: Cerebrovascular diseases are a global health problem, they are the first cause of disability in adults and the second cause of dementia. In Cuba, cerebrovascular accidents are the third leading cause of death for all ages. Cerebrovascular disease is the main cause of the appearance of the hemiplegic syndrome. Rehabilitation must begin

Resumen.

Introducción: Las enfermedades cerebrovasculares son un problema de salud mundial, constituyen la primera causa de discapacidad en el adulto y la segunda causa de demencia. En Cuba, los accidentes cerebrovasculares constituyen la tercera causa de muerte para todas las edades. La enfermedad cerebrovascular es la causa principal de la aparición del

¹ Hospital Comandante Faustino Pérez Hernández, Matanzas. Cuba, proffis.mtz@infomed.sld.cu,  <https://orcid.org/0000-0002-7537-2760>

² Policlínico José Jacinto Milanés, Matanzas. Cuba, jayne.mtz@infomed.sld.cu,  <https://orcid.org/0000-0002-0872-1692>

³ Clínica Estomatológica III Congreso del PCC, Matanzas, Cuba, monicagonzalezguerra96@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-9861-3267>

⁴ Hospital Comandante Faustino Pérez Hernández, Matanzas. Cuba, ahernandezceperosilvera@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-4408-0404>

early and in a coordinated way and must be maintained during the different phases of health care. After the acute phase, home rehabilitation represents an opportunity of improvement for patients with residual disability. **Objective:** To evaluate the neurological and functional recovery in hemiplegic patients with cerebrovascular disease after home-based rehabilitation. **Methodology:** An intervention study was carried out in patients with a diagnosis of hemiplegia who attended the "José Jacinto Milanés" Rehabilitation Service in the period from January 2018 to January 2019. After applying the inclusion and exclusion criteria, the sample was constituted by 26 patients with whom we conducted the study after establishing informed consent. A program of individualized therapeutic physical exercises was designed at each patient's home, for eight weeks, carried out by the physiotherapists and supported by the family. **Results:** The male sex and the ages of 60 to 69 years predominated. Arterial Hypertension was the most frequent risk factor. At the end of treatment, 84, 61% of the patients had a mild neurological condition and 46, 15% had a mild hypertonia and were independent. **Conclusions:** With home-based rehabilitative treatment, improvement can be achieved regarding neurological status, spasticity, and dependence on activities of daily living in hemiplegic patients due to cerebrovascular disease.

Keywords: Cerebrovascular disease, hemiplegia, home-based rehabilitation

síndrome hemipléjico. La rehabilitación ha de iniciarse de forma precoz y coordinada y mantenerse durante las diferentes fases de la atención sanitaria. Tras la fase aguda, la rehabilitación domiciliaria representa una oportunidad de mejora para los pacientes que presentan una discapacidad residual. **Objetivo:** Evaluar la recuperación neurológica y funcional en pacientes hemipléjicos con una enfermedad cerebrovascular después de una rehabilitación de base domiciliaria. **Metodología:** Se realizó un estudio de intervención en pacientes con diagnóstico de hemiplejía que acudieron al Servicio de Rehabilitación "José Jacinto Milanés" en el período de enero de 2018 a enero de 2019. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión la muestra quedó constituida por 26 pacientes con los que realizamos el estudio luego de establecer el consentimiento informado. Se diseñó un programa de ejercicios físicos terapéuticos individualizado en el hogar, durante ocho semanas realizado por los fisioterapeutas y apoyado por la familia. **Resultados:** Predominó el sexo masculino y las edades de 60 a 69 años. La Hipertensión Arterial fue el factor de riesgo más frecuente. Al finalizar el tratamiento el 84,61% de los pacientes presentaban una afección neurológica leve y el 46,15% una hipertonia leve y eran independientes. **Conclusiones:** Con el tratamiento rehabilitador de base domiciliaria se logra mejorar el estado neurológico, la espasticidad y la dependencia en las actividades de la vida diaria del paciente hemipléjico por enfermedad cerebrovascular.

Palabras claves: Enfermedad cerebrovascular, hemiplejía, rehabilitación de base domiciliaria.

Introducción.

Las enfermedades cerebrovasculares son un problema de salud mundial, constituyen la primera causa de discapacidad en el adulto y la segunda causa de demencia. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 15 millones de personas sufren un ictus cada año; entre ellas, 5.5 millones mueren (el 10% de todas las muertes producidas) y otros 5 millones quedan con alguna discapacidad permanente. (Ramírez Sterling M, Sentmanat Belisón A., 2018).

En Cuba, los accidentes cerebrovasculares constituyen la tercera causa de muerte para todas las edades; son la primera causa de urgencia médica y discapacidad entre las enfermedades neurológicas y más del 60% de los pacientes que sobreviven, requieren rehabilitación (Barroyeta Moreno D., 2018; Coll Costa, J.L, et al, 2017).

Entre los factores de riesgo están la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia, la estenosis carotídea y la fibrilación auricular, ya que los resultados de ensayos clínicos han demostrado que el tratamiento de estas condiciones reduce su incidencia. El tabaquismo, el consumo excesivo de alcohol, la resistencia a la insulina y la diabetes mellitus también son factores de riesgo causales probables (Aviles Trujillo L. F., 2018). La enfermedad cerebrovascular es la causa principal de la aparición del síndrome hemipléjico y supone importantes gastos sanitarios, consumiendo gran cantidad de recursos económicos. (Vázquez Guimaraens M., 2017).

La hemiplejía consiste en una alteración de un lado del cuerpo y produce una afectación motora y/o alteración de la sensibilidad de ese hemicuerpo. Con frecuencia, además de la parálisis, quedan disminuidas otras funciones, como la visión, la capacidad auditiva, el habla e incluso aspectos cognitivos y conductuales. (Domínguez Ros Y., Elmacouti Bouhsain M., Villarreal Salcedo I., Cantín Cantín R., 2017; Paredes Ocaña S.E., 2020; Serrano Villota H.R., 2019).

Cuba realiza gran esfuerzo por mejorar la calidad de vida de su población; dentro de los programas de desarrollo que lleva a cabo la Salud Pública Cubana están los Servicios Integrales de Rehabilitación (SIR) con tecnología avanzada y estandarizada en la atención primaria de salud y extensión al domicilio, logrando hacer partícipe a la familia en la incorporación de pacientes discapacitados a la sociedad. (Coll Costa, J.L, et al, 2017).

La rehabilitación ha de iniciarse de forma precoz y coordinada y mantenerse durante las diferentes fases de la atención sanitaria. Tras la fase aguda, la rehabilitación domiciliaria representa una oportunidad de mejora para los pacientes que presentan una discapacidad residual tras el ictus. El hecho de realizar la evaluación en el propio entorno del paciente

permitirá obtener una visión mucho más global y, sobre todo, más real de la discapacidad que presenta y, en especial, de cómo repercute en su vida cotidiana tanto física como socialmente. En muchos casos, el objetivo de la rehabilitación estará relacionado con la recuperación funcional y, en otros, con el mantenimiento de las capacidades residuales, la adaptación del domicilio o la educación sanitaria; no obstante, en todos los casos habrá un objetivo común, que será la mejora del bienestar y de la calidad de vida de los enfermos y sus familias (Vázquez Guimaraens M., 2017).

Teniendo en cuenta la dificultad que presentan muchos pacientes para trasladarse a los servicios de rehabilitación y por la necesidad del apoyo familiar para su recuperación, se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la recuperación neurológica y funcional en pacientes hemipléjicos con una enfermedad cerebrovascular después de una rehabilitación de base domiciliaria.

Metodología.

Se realizó un estudio de intervención, donde el universo de trabajo estuvo constituido por 38 pacientes con el diagnóstico de hemiplejía causada por una enfermedad cerebrovascular, que acudieron al Servicio Integral de Rehabilitación "José Jacinto Milanés" desde enero 2018 a enero de 2019.

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión la muestra quedó constituida por 26 pacientes con los que realizamos el estudio luego de establecer el consentimiento informado. Las Variables a estudiar fueron la edad, el sexo, factores de riesgo como: hipertensión arterial, hábito de fumar, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y el alcoholismo, las escalas de evaluación neurológica National Institute of Health, (NIH) y la escala de espasticidad de Ashworth e índice de Barthel. Estas escalas fueron aplicadas antes y después del tratamiento.

Se diseñó un programa de ejercicios físicos terapéuticos individualizado en el hogar, durante ocho semanas realizado por los fisioterapeutas y apoyado por la familia. En la primera y segunda semana se realizó el tratamiento diario en horario de la mañana y el familiar lo repetía en la tarde, luego las restantes seis semanas se visitó al paciente 3 veces en semana por el fisioterapeuta y los demás días lo ejecutaba el familiar entrenado. En la última semana se realizó la evaluación final por el fisiatra.

Los principios del tratamiento que se tuvo en cuenta fueron: cuidados posturales, respiración abdomino-diafragmática, movilizaciones pasivas de los miembros afectos o movilizaciones activas asistidas según examen físico, estimulación propioceptiva y sensorial del hemicuerpo afecto, conseguir el equilibrio sentado, adaptación progresiva a la verticalidad, ejercicios activos de aquellos grupos musculares con movimientos voluntarios, patrones de inhibición de la espasticidad, reeducación de la marcha con asistencia del familiar, terapia ocupacional para mejorar la coordinación y destreza manual con tareas del hogar como cambiar objetos de un lado para el otro, procurar la independencia en actividades de la vida diaria básica (vestido, aseo, comida.), psicoterapia de apoyo al paciente y al familiar.

Resultados.

En investigaciones consultadas (López Egea J. 2015-2016; Sacre González M.R., Velázquez Valdés M.A., Castillo Ordaz M., Pastrana Trujillo L., Trujillo Morejón N., 2017) coincide con los autores que el comportamiento de los ACV se presenta con mayor frecuencia en pacientes del sexo masculino, mientras que en un estudio realizado en pacientes del Hospital General Docente Ambato los resultados muestran la mayor frecuencia en el sexo femenino (Áviles Trujillo L.F 2018), en este último las edades más frecuentes son los mayores de 60 años de edad.

En la tabla 1 aparecen reflejadas las edades entre 60 y 69 años como las más frecuentes de la muestra estudiada con un total de 15 pacientes para un 57.69%, y el sexo masculino el de mayor por ciento con 69,3.

Tabla 1. Distribución de pacientes hemipléjicos con rehabilitación domiciliaria según la edad y el sexo. SIR José Jacinto Milanés. Matanzas.

Sexo	Femenino	Masculino	Total
Edad			
60 a 69 Años	5 19,3%	10 38,4%	15 57,69%
70 a 79 Años	3 11,55	5 19,3%	8 30,79%
80 y más Años	0 0%	3 11,5%	3 11,5%
TOTAL	8 30.79%	18 69,3%	26 100%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 presenta los factores de riesgos encontrados. El 100% tenían hipertensión arterial lo cual es el principal factor de riesgo para el ictus trombótico y el hemorrágico, su prevalencia aumenta con la edad y el riesgo de ictus aumenta proporcionalmente con las cifras de tensión arterial por lo que es el factor más importante en la prevención de las enfermedades cerebrovasculares. El hábito de fumar se muestra como otro factor de riesgo de gran importancia para estas enfermedades. Estudios precedentes como los de (López L., Ramos V., Katz E., Pérez V., Camarot T., 2017; Áviles Trujillo L.F 2018) identificaron como factor de riesgo principal en la aparición de la enfermedad, la hipertensión arterial, siendo el identificado en el presente estudio.

Tabla 2. Prevalencia de los factores de riesgo en los pacientes estudiados. SIR José Jacinto Milanés. Matanzas.

Factores de riesgo	Número	Por ciento
HTA	26	100 %
Hábito de fumar	16	61,53 %

Diabetes mellitus	12	46, 15 %
Enfermedades cardiovasculares	12	46, 15 %
Alcohol	10	38, 46 %

Fuente: Elaboración propia

La mejoría de los parámetros neurológicos evaluados en los pacientes se obtuvo por los procedimientos de rehabilitación que se realizaron en el domicilio tanto por los fisioterapeutas como por la familia, que en la mayoría de los casos tuvo una activa participación en el proceso, apropiándose de los conocimientos prácticos para la realización de los diferentes patrones kinésicos. Los pacientes consideraban muy positivo el poder rehabilitarse en su propio entorno domiciliario, se sentían muy atendidos por sus familiares y consideraban que las dificultades para el traslado al servicio de rehabilitación dejaba de constituir un problema.

Se considera que la evolución neurológica satisfactoria de los pacientes hemipléjicos se puede lograr desde el propio domicilio con un programa bien estructurado y con el apoyo de la familia. (Montagut Martínez F. et al. 2015) comparan la rehabilitación domiciliaria con la del hospital de día en pacientes con ACV y obtienen los mismos resultados funcionales, encontrando en el primer caso un menor coste hospitalario pero un aumento en la demanda de servicios sociales.

El estado neurológico según escala de NIH que se evalúa antes y después del tratamiento es reflejado en la tabla 3. Al inicio el 46,15% se encontraba con una afección neurológica moderada y al finalizar, los pacientes presentaron una afección neurológica leve en un 84,61%, lo que evidenció la adecuada evolución de los pacientes al tratamiento impuesto.

Tabla 3. Evaluación del estado neurológico según escala de NIH antes y después del tratamiento rehabilitador. SIR José Jacinto Milanés. Matanzas

Puntuación		Antes		Después	
		número	por ciento	número	Por ciento
Afectación ligera (≤ 5)	neurológica	7	26, 92 %	22	84,61 %
Afectación moderada (5 a 15)	neurológica	12	46,15 %	4	15, 38 %
Afectación grave (15 a 24)	neurológica	7	26, 92 %	0	0 %
Afectación muy grave (≥ 25)	neurológica	0	0 %	0	0 %
total		26	100 %	26	100 %

Fuente: Elaboración propia

La mejoría del tono muscular se atribuye a la apropiación del familiar que apoyaba en la rehabilitación del paciente de las técnicas de tratamiento rehabilitador explicadas por los fisioterapeutas, específicamente los patrones de inhibición de espasticidad, los adecuados tratamientos posturales y el uso de las ayudas ortésicas. Se considera que en el tratamiento de la hipertonía no es imprescindible el uso de agentes físicos terapéuticos cuando se aplican correctamente las técnicas kinésicas independientemente del lugar en que se realicen.

(Montagut Martínez F. et al. 2015) publicaron los buenos resultados y el alto grado de satisfacción de pacientes con ACV agudo y moderada espasticidad que seguían un programa de rehabilitación domiciliaria de 3 meses de duración, con una reducción del 52% de la estancia hospitalaria, comparándolo con programas de rehabilitación en el hospital.

La Tabla 4 refleja cómo después del tratamiento rehabilitador, se obtienen resultados satisfactorios en la disminución de los grados de espasticidad. Antes de iniciar el tratamiento ningún paciente presentaba un tono muscular normal, todos se encontraban en los grados 1,2, 3, 4 estando el mayor número de casos con hipertonía moderada (61,53%), una vez culminado el tratamiento disminuye a un 19,23%, incrementándose la mejoría del tono muscular con puntuación 1 y 0 en un 34,61% y 46,15%.

Tabla 4. Evaluación de la espasticidad según escala de Ashworth antes y después del tratamiento rehabilitador. SIR José Jacinto Milanés. Matanzas.

Puntuación	Antes		Después	
	número	por ciento	número	Por ciento
0 (tono muscular normal)	0	0 %	9	34,61 %
1 (hipertonía leve)	2	7,69 %	12	46,15 %
2 (hipertonía moderada)	16	61,53 %	5	19,23 %
3 (hipertonía intensa)	4	15,38 %	0	0 %
4 (hipertonía extrema)	4	15,38%	0	0 %
total	26	100 %	26	100 %

Fuente: Elaboración propia

Para obtener los grados de dependencia se utilizó el Índice de Barthel, siendo utilizado también en un estudio para determinar la estancia hospitalaria (Palomino Peña C. A., 2018). Se atribuye que las capacidades funcionales de los pacientes mostraron evidente mejoría por la adecuada recuperación neurológica y por la posibilidad del entrenamiento

de las actividades de la vida diaria en el propio entorno donde se desarrolla el paciente, realizando así las adecuaciones necesarias para su mejor realización.

En los grados de dependencia en las actividades de la vida diaria, Tabla 5, se observó que al inicio del tratamiento todos los pacientes presentaban cierto grado de dependencia principalmente entre leve y moderada 38,46% y 46,15% respectivamente. Al finalizar el tratamiento encontramos que el 46,15 % de los pacientes ya eran independientes para las Actividades de la vida diaria y un 38,46 % eran dependientes leves.

Tabla 5. Evaluación de las actividades de la vida diaria según índice de Barthel antes y después del tratamiento rehabilitador. SIR José Jacinto Milanés. Matanzas.

Puntuación	antes		Después	
	no	%	no	%
independiente (100)	0	0 %	12	46,15 %
dependiente leve (≥ 60)	12	46,15 %	10	38,46 %
dependiente moderado (40a59)	7	26,92 %	4	15,38 %
dependiente grave (20 a 39)	5	19,23 %	0	0 %
dependiente total (≤ 20)	2	7,69 %	0	0%
total	26	100 %	26	100 %

Fuente: Elaboración

Los autores estiman que los resultados obtenidos en la investigación demuestran que la rehabilitación domiciliaria más que una opción, es un modelo de tratamiento, que con una adecuada planificación, entrenamiento, participación familiar y control, arroja grandes beneficios para la recuperación funcional de los pacientes hemipléjicos con una enfermedad cerebrovascular y una mejor calidad de vida para la familia.

Conclusiones.

- Predominó el sexo masculino y el rango de edad de 60 a 69 años.
- La HTA constituyó el principal factor de riesgo.
- Con el tratamiento rehabilitador de base domiciliaria se logra mejorar el estado neurológico, la espasticidad y la dependencia en las actividades de la vida diaria del paciente hemipléjico por enfermedad cerebrovascular.

Referencias bibliográficas.

Avilés, L. (2018). *Prevalencia de las secuelas de la enfermedad cerebrovascular en adultos mayores atendidos en el Hospital General Docente Ambato. Proyecto de*

Investigación previo a la obtencion de título de Médico Cirujano. Facultad de Ciencias Médicas , Ambato, Ecuador.

- Barroyeta, D. (2018). *Tratamiento neurocognitivo y rehabilitación en paciente hemipléjico.* Universidad Inca Garcilaso De La Vega. Facultad de Tecnología Médica , Lima, Perú .
- Coll, J. (2017). *Programa de ejercicios físicos para la rehabilitación del paciente hemipléjico.* La Habana, Cuba: Editorial Deportes.
- Domínguez, Y., Elmacouti, M., Villarreal, I., & Cantín, R. (2017). Plan de intervención desde terapia ocupacional en un paciente afecto de hemiplejía derecha: tratamiento rehabilitador centrado en funcionalidad de extremidad superior. *Revista TOG (A Coruña), 14(26).*
- López, J. (2020). *Rehabilitación Neuropsicológica de Inicio Tardío: Valoración de la Funcionalidad en Pacientes con Daño Cerebral Adquirido.* Universidad Miguel Hernández, España.
- López, L., Ramos, V., Katz, E., Pérez, V., & Camarot, T. (2017). Resultados Funcionales y Complicaciones en pacientes asistidos en UDA-ACV Rehabilitación Instituto de Neurología- Hospital de Clínicas . *Revista Uruguay Medicina Interna (2), 33-42.*
- Montagut, F., Flotats, G., & Lucas, E. (2015). *Rehabilitación domiciliaria. Principios, indicaciones y programas terapéuticos (2ª edición ed.).* España: Elsevier Masson.
- Palomino, C. (2018). *Escalas de Barthel y medida de independencia funcional para determinar la duración de estancia hospitalaria y plan terapéutico rehabilitador accidente cerebrovascular, Hospital II Clínica Geriátrica San Isidro Labrador.* Universidad de San Martín de Porres , Lima, Perú .
- Paredes, S. (2020). *Bobath en la intervención fisioterapéutica de la hemiplejía.* Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud, Riobamba, Ecuador.
- Ramírez, M. d., & Sentmanat, A. (2018). Batería de ejercicios físicos para la rehabilitación de los miembros superiores en pacientes con hemiplejía asistidos en la casa, en Cali, Colombia. *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma, 15(51).*
- Sacre, M. d., Velázquez, M., Castillo, M., Pastrana, L., & Trujillo, N. (2017). Caracterización de los cuidadores de adultos mayores hemipléjicos a causa de enfermedad cerebrovascular . *Revista MEDISAN, 21(8).*
- Serrano, H. (2019). *Fisiopatogenia de la Hemiplejía en adultos. Un análisis fisioterapéutico.* Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud, Riobamba, Ecuador.

Vázquez, M. (2017). *Factores relacionados a una mayor recuperación funcional tras sufrir un accidente cerebrovascular*. Universidad de La Coruña, Ciencias Biomédicas, Medicina y Fisioterapia , España.



PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Guerra Sánchez, M., Peñate Brito, J., González Guerra, M., & Cepero Silvera, D. (2021). Resultados de un programa de tratamiento de rehabilitación domiciliaria en pacientes hemipléjicos por enfermedad cerebrovascular . Anatomía Digital, 4(3), 76-86. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1757>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Síndrome del Diente Fisurado: una actualización imprescindible



Cracked Tooth Syndrome: an essential update

Lya del Rosario Magariño Abreus.¹, Taily Roque Batista.², Lianne Laura de León Ramírez.³ & Ernesto López González.⁴

Recibido: 08-05-2021 / Revisado: 19-05-2021 / Aceptado: 05-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1758>

Abstract.

Background: The Cracked Tooth Syndrome has increased its incidence worldwide and constitutes a fundamental diagnostic challenge in dental clinical practice. In Cuba it is not included in the current classification of dental trauma, so it is not diagnosed or treated. **Objective:** to describe the Cracked Tooth Syndrome, as a frequent stomatological entity. **Methodology:** A bibliographic review was carried out taking into account the scientific literature in Spanish and

Resumen.

Introducción: El Síndrome del Diente Fisurado ha aumentado su incidencia a nivel mundial y constituye un desafío diagnóstico fundamental en la práctica clínica estomatológica. En Cuba no está incluido en la clasificación vigente de traumatología dental por lo que no se diagnostica ni se trata. **Objetivo:** describir el Síndrome del Diente Fisurado, como entidad estomatológica frecuente. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica teniendo en cuenta

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba, lya.magarino2000@gmail.com 
<https://orcid.org/0000-0002-9933-5323>

² Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba. tailyroque@gmail.com 
<https://orcid.org/0000-0003-0274-6028>

³ Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Matanzas, Cuba, liannelaura@nauta.cu 
<https://orcid.org/0000-0001-9250-1889>

⁴ Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, Departamento de Investigaciones. Cienfuegos, Cuba. asesorf@ucm.cfg.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0001-6607-7658>

English, including all original research articles, review articles and case reports, using the Scielo, PubMed, and Scopus databases. Around 63 articles were identified, of which 54 were selected according to the academic criteria of the Cuban Stomatological School, of which 50% were updated. The information was analyzed and integrated. **Results:** Topographically, the teeth of the posterior sector were the most affected. It mainly affects adults in the age range of 30 to 60 years; while sex is not a determining variable in its incidence. Its essential cause is the incomplete vertical fracture or fissure in the dentin, which are not usually shown on the x-ray. **Conclusions:** It was concluded that despite the fact that this syndrome is a common and well-documented clinical entity in several countries as one of the traumatic conditions that can evolve into pulp necrosis, in Cuba, there is no protocol that regulates its identification.

Keywords: Cracked Tooth Syndrome, dental fissure, green stem fracture, incomplete vertical fracture.

la literatura científica en idioma español e inglés, incluyéndose todos los artículos de investigación originales, artículos de revisión e informes de casos, utilizando las bases de datos Scielo, PubMed, Scopus. Se identificaron alrededor de 63 artículos, de los cuales fueron seleccionados 54 según los criterios académicos de la Escuela Estomatológica Cubana, de ellos el 50% actualizado. Se analizó e integró la información. **Resultados:** Topográficamente, los dientes del sector posterior resultaron ser los más afectados. Afecta fundamentalmente a adultos en el rango de edad de 30 a 60 años; mientras que el sexo no es una variable determinante en su incidencia. Su causa esencial es la fractura vertical incompleta o fisura en la dentina, que no suelen ser mostradas en la radiografía. **Conclusiones:** Se concluyó que a pesar de que este síndrome es una entidad clínica común y bien documentada en varios países como una de las afecciones traumáticas que puede evolucionar a una necrosis pulpar, en Cuba, no existe ningún protocolo que regule su identificación.

Palabras claves: Síndrome del Diente Fisurado, fisura dentaria, fractura en tallo verde, fractura vertical incompleta.

Introducción.

El Síndrome del Diente Fisurado o Agrietado (SDF), clasificado dentro de la traumatología dental, es una de las primeras causas de extracción dentaria debido a las dificultades para su detección, y quizás la patología bucal peor diagnosticada. De acuerdo a la Asociación Dental Americana (ADA, 2018), en su clasificación más actual, lo define como una colección de síntomas caracterizados por dolor agudo transitorio experimentado al masticar, y designa a la fractura incompleta dentaria o fisura, el signo que origina la entidad. En el 2017, en la Revista Dental Británica describió al diente

fisurado como un plano de fractura de profundidad desconocida que se origina desde la corona, pasa a través de la estructura dentaria, se extiende subgingivalmente y puede progresar hasta conectar el espacio pulpar y/o el ligamento periodontal. (Banerji, 2017, p.10).

Álvarez (2015) plantea: “se utilizan otros términos para su denominación como: fractura incompleta corono-radicular, línea de fractura, fractura fisural, hendidura y fractura en tallo verde”. p. 1

No es un concepto nuevo, se estudia ampliamente desde la década de los 50 cuando Gibbs describió por primera vez los síntomas clínicos de fractura incompleta de dientes posteriores y la denominó “odontalgia de fractura cuspídea”. Sin embargo, no fue hasta 1964, que el SDF fue acuñado y descrito por Cameron, basándose en que la condición dental presentaba un conjunto de signos y síntomas complejos que se manifestaban simultáneamente (Cameron, 1964) (Herrera, 2015).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (como se citó en Petti, Glendor y Andersson, 2018), las fisuras que causan el SDF se clasifican como fracturas coronarias dentro de los traumatismos dentales; estos últimos se consideran una de las siete causas de morbilidad por enfermedades y trastornos bucodentales, y su prevalencia en las denticiones temporal y permanentes aproximadamente el 20%.

Datos epidemiológicos demuestran que las fisuras son el tercer motivo más frecuente de pérdida de piezas dentales, alcanzando el 25% en los países industrializados, y una de las tres condiciones dentarias fundamentales que causan dolor (Banerji, 2017) (Geurtsen, Gunay y Schwarze, 2006). Son limitados los reportes de prevalencia en niños y adolescentes, mientras que los valores en los adultos se encuentran entre un 34 % y un 74 % con un gran aumento en los últimos años relacionado con los altos niveles de estrés de la población (Weisburd, Giménez, Gutiérrez, Tomaghelli y Perdomo, 2017) (Chalas y Hanni, 2019).

En Cuba los estudios de incidencia son contradictorios. Bajo la Resolución Ministerial No. 226, se norma la práctica de las afecciones endodónticas, protocolizadas a través de las Guías Prácticas Estomatológicas, constituyendo una normativa general que cubre todo el territorio nacional. Está vigente la clasificación antigua de lesiones traumáticas del noruego Ingeborg Jacobsen por ser más sencilla y didáctica, publicadas desde 2003, que, además, están basadas en las Normas de Endodoncia del año 1983 (González, Garmendia, Granados y Martínez, 2003). Resulta que no permite clasificar, y por tanto diagnosticar, un conjunto de entidades erróneamente consideradas como signos aislados de patologías sí reconocidas por nuestra comunidad científica, como es el caso del SDF. Esta situación conlleva inevitablemente a errores diagnósticos y terapéuticos. En investigaciones nacionales se ha podido determinar un número elevado de tratamientos pulpares radicales que han podido ser evitados si hubieran sido diagnosticados y tratados como alguna de las entidades que conforman al complejo síndrome.

A nivel internacional, en los últimos años la producción intelectual al respecto ha sido copiosa, sin embargo, el término del “síndrome del diente fisurado” aún es engañoso ya que hay una serie de síntomas que no forman un patrón distinto y confiable, pues estos variarán con los dientes que tienen pulpas sanas, los que tienen pulpa necrótica o inflamada y los dientes que han sido tratados desde la raíz (Khaler, 2008).

Es por ello que el **objetivo** de este trabajo es describir el Síndrome del Diente Fisurado, como entidad estomatológica frecuente, pues los odontólogos deben conocer las características clínicas de esta entidad, los avances en los métodos diagnósticos y su etiología, para poder ofrecer al paciente el tratamiento adecuado.

Metodología.

Se realizó una revisión bibliográfica teniendo en cuenta la literatura científica en idioma español e inglés, incluyéndose todos los artículos de investigación originales, artículos de revisión e informes de casos, utilizando las bases de datos Scielo, PubMed, Scopus. Se identificaron alrededor de 63 artículos, de los cuales fueron seleccionados 54 según los criterios académicos de la Escuela Estomatológica Cubana, de ellos el 50% actualizado. Se analizó e integró la información.

Resultados.

De acuerdo con la Asociación Internacional del Estudio del Dolor (como se citó en Gutmann y Lovdahl, 2011), el SDF es un dolor breve y agudo en un diente, frecuentemente no diagnosticado hasta que una parte del diente se fractura o la entidad se hace evidente. Mientras que una revisión publicada por la Revista de la Sociedad Española del Dolor, plantea que la dificultad en el manejo de este dolor estriba en que la detección de la fractura y su profundidad son difíciles de valorar, ya que no existe una pérdida estructural o separación visible de la estructura dentaria (Migueláñez, Goicochea, López y Martínez, 2019).

Dientes afectados frecuentemente:

Topográficamente, en todos los estudios consultados, los dientes del sector posterior, es decir, molares y premolares, resultaron ser los más afectados, difiriendo solamente en su localización en la arcada. Se acepta que el diente más incidente es el primer molar inferior y los menos incidentes los premolares inferiores (Álvarez, Clavera, Martínez, 2015) (Herrera, 2015) (Moradas, 2016) (Sin-Young, Su-Hyun, Soo-Bin, Gyung-Ok y Sung-Eun, 2013) Solo difieren dos investigaciones, pues señalan al segundo molar inferior como el diente más afectado (Kang, Kim y Kim, 2016) (Sung-Eun, A-Ra y Sin-Young, 2017).

Al primer molar inferior se le atribuye una alta incidencia debido a la prominencia de la cúspide mesio-palatina del primer molar superior, la cual ejerce un efecto de constante debilitamiento sobre él (Álvarez, Clavera, Becerra y Rodríguez, 2014). Delgado (2013)

afianza esta teoría alegando que al ser los primeros dientes en erupcionar, son los primeros en los que se realiza operatoria dental con restauraciones amplias llegando a debilitarlos.

Se asume que es más frecuente encontrarse con fracturas incompletas en dientes cariados o muy restaurados (incluso con restauraciones conservativas), pero también pueden afectarse los dientes sanos (Lynch, y McConell, 2002) (Mallqui y Hernández, 2012) (Sin-Young, Su-Hyun, Soo-Bin, Gyung-Ok y Sung-Eun, 2013) (Rosen, 2012) (González y López, 2018) (Sánchez, Jiménez y Gale, 2018) (Krell y Caplan, 2018).

Cerca del 82% de SDF ocurre en dientes restaurados con amalgama. Es interesante destacar que puede afectar múltiples dientes en el mismo paciente (Batalha, Gondo y Stolf, 2014).

Edad: En general la bibliografía consultada señala que afecta fundamentalmente a adultos en el rango de edad de 30 a 60 años (Kang, Kim y Kim, 2016) (Sung-Eun, A-Ra y Sin-Young, 2017)

Sin embargo, Fitzpatrick observó que fracturas incompletas ocurrieron principalmente en personas entre 30-39 años; del mismo modo, fue reportado un caso de SDF unilateral en una paciente femenina de 26 años; estos hallazgos indican que cada vez más pacientes jóvenes son afectados (Martins, Faquim, Batista, 2019).

Sexo: Actualmente, los autores concuerdan en que el sexo no es una variable determinante en la incidencia del SDF (Herrera, 2015) (Moradas, 2016) (Álvarez et al., 2014).

Raza: En pacientes de raza asiática se han reportado casos con presencia del Síndrome en los primeros molares mandibulares aparentemente sanos; sin embargo, la razón de predilección racial es todavía desconocida; se han sugerido la dieta, los hábitos de apretamiento y otros hábitos dañinos como morder huesos durante la masticación de alimentos (Chan, Lin, Tseng, y Huei, 2018).

Etiología: En cuanto a los factores causales del SDF existen diversos criterios. La mayoría de los autores coincide en que la causa esencial es la fractura vertical incompleta o fisura en la dentina, la cual se dirige hacia la raíz dentaria (Álvarez et al., 2015) (Herrera, 2015).

Otros aseguran que la etiología es multifactorial. Las fisuras, por su parte, son el resultado de fuerzas que exceden el límite elástico de la dentina y por tanto ocasionan el resquebrajamiento de la misma (Weisburd et al., 2017).

Lynch (2002) dividió las causas en cuatro grupos principales:

1. Procedimientos restauradores: pines de fricción, colocación de composite sin una técnica depurada de capas, restauración protésica con coronas y puentes en las que se ha realizado un tallado excesivo, restauraciones de mala calidad,

2. Factores oclusales: accidente masticatorio con algún objeto duro, el trauma oclusal, las interferencias oclusales, los hábitos parafuncionales o el bruxismo, principalmente nocturno y excéntrico. Así, las fisuras dentarias se encuentran en pacientes que muerden vigorosa o repentinamente alimentos u objetos duros, tales como hielo, semillas, dulces duros, lápices, uñas, clavos, etcétera. Numerosos autores coinciden con estos factores, considerándolos, en ocasiones los más importantes (González y López, 2018) (Feng, 2017).

Hay quien encuentra relación con ciertas profesiones que predisponen a momentos de estrés dental, apretamiento o malos hábitos: jugadores de fútbol, boxeadores, músicos de instrumentos de viento, etc.

3. Factores anatómicos y de desarrollo: áreas de debilidad por displasia cualitativa de los tejidos dentarios, morfología abrupta y marcada por surcos, fosas y fisuras; e inclinación y altura de las cúspides.

4. Otros factores: la edad constituye un factor predisponente, pues se produce un paulatino envejecimiento dentario y de los tejidos por la pérdida de elasticidad de los mismos.

Se han reportado varios casos de fisuras dentarias en pacientes que usan los body piercing en la lengua, labios y carrillos. No pocos autores afianzan esta teoría, aconsejando no usar piercing dental u otros objetos en la boca, por ser posibles factores precipitantes (Moradas, 2016) (Deog-Gyu, Yi, Su-Jung y Jeong-Won, 2015).

Cambios térmicos: Cuando un diente es repentinamente expuesto a bajas temperaturas el esmalte trata de contraerse, esto puede traer como resultado la aparición de fisuras en el esmalte o la extensión de las ya existentes.

Diagnóstico: El diagnóstico diferencial incluye grietas en el esmalte solamente, grietas verticales y fracturas incompletas. Es una patología común con síntomas y signos característicos, pero en ocasiones, coincidentes con otras afecciones dentales como caries profunda, endodoncia fracasada, presencia de conductos accesorios, periodontitis periapical y sinusitis temporomandibular (Sebeena, Boopathi y Arjun, 2012).

Se conoce que las fisuras dentarias pueden permanecer asintomáticas u originar una sintomatología muy variada; la cual se mantiene presente por períodos que oscilan entre semanas y meses. La totalidad de los artículos consultados refiere que los síntomas tempranos son dolor súbito, que es agudo al masticar o al morder y puede aparecer al ocluir, en movimientos excursivos y en algunos casos al rebote; además de sensibilidad térmica principalmente al frío; no se observan alteraciones radiográficas y hay dificultad para identificar el diente causante (Yaping, Gongpei y Fang, 2019).

Esta sintomatología puede variar de acuerdo al grado de compromiso pulpar, de ahí que la ausencia de síntomas en determinados pacientes, pueda ser explicada debido a una lenta degeneración de la pulpa, produciéndose necrosis. Del mismo modo, West (2008) lo describió como una condición de dolor que se puede confundir con la hipersensibilidad

de la dentina porque a veces es extremadamente difícil ver el crack inicial. Un factor determinante para el diagnóstico diferencial es que el dolor del síndrome tiende a ser más la liberación de presión que el aumento de la presión oclusal.

La Historia Clínica es considerada por algunos investigadores como el paso inicial el más importante para guiar el diagnóstico, refiriendo que el comentario más determinante es: "el diente me duele cuando muerdo". Lo siguiente sería realizar el examen clínico visual (Filipi, 2018).

Posteriormente se realizan otros métodos que varían según la impresión diagnóstica y el centro estomatológico. Por ejemplo, la transiluminación con la ayuda de un aparato de fibra óptica, de tal forma que se iluminará el fragmento del diente hasta la línea de fractura, si la hubiera (Migueláñez, Goicochea, López y Martínez, 2019) (González y López, 2018).

También es muy popular el uso de colorantes, como el azul de metileno o violeta cristal para destacar las líneas de fractura, pero se ha visto que requieren varias aplicaciones para ser efectivos y necesitan restauraciones provisionales. Investigadores añaden el empleo de yodo que hace evidente la fisura en forma de una línea oscura (Mallqui y Hernández, 2012) (Migueláñez et al., 2019) (Filipi, 2018).

Desafortunadamente estos métodos no brindan información certera acerca de la profundidad de la misma. Sin embargo, numerosos profesionales apuestan por su uso complementario como Ojeda Suárez (2016), utilizando cloruro de metiltionina y microscopio (Ojeda, Llanas y Rodríguez, 2016).

El Test de mordida cuenta con gran aceptación en el gremio estomatológico, pues simula la oclusión y así reconoce los síntomas asociados con fracturas incompletas; no obstante, no siempre es útil, ya que pierde fiabilidad si no se concentran las fuerzas en una cúspide y puede causar, a la vez, una fractura cuspidéa (Moradas, 2016).

Similar a esta forma de detección, se dispone de varios elementos como: rollos de algodón, discos de goma o el eyector de saliva, para reproducir la molestia a la masticación. Lo más avanzado en este sentido es el dispositivo "Tooth Slooth", que resultó ser una herramienta útil y precisa para reproducir el dolor de mordedura, contribuyendo al diagnóstico temprano del diente fisurado (Yaping, Gongpei y Fang, 2019).

Son aplicados igualmente los test de vitalidad, que en los dientes afectados suelen ser positivos, aunque con el tiempo puede ser negativo, debido a una progresiva degeneración de la pulpa (Hilton, 2018). En Cuba es empleado el vitalómetro o pulpavitalómetro. En el caso de compromiso periodontal el sondaje homónimo puede revelar la gravedad de la fractura.

Cuando el estado del diente es aún más grave se emplea la cirugía exploratoria para evidenciar, sobre todo, fracturas radiculares verticales acompañadas de pérdida ósea (Delgado y Afrashtehfar, 2013).

Quizás la mayor desventaja para el diagnóstico es que la radiografía no suele mostrar las fracturas dentarias incompletas; por lo que tendrán un uso limitado cuando el Síndrome presenta fracturas en dirección mesiodistal paralelas al plano de la película –las más frecuentes–; sin embargo, serán útiles en fracturas más raras, en dirección bucolingual. Solo cuando el haz de rayos X pasa directamente a través de la línea de fisura es cuando se podrán identificar este tipo de fracturas; es por ello que se recomiendan varias angulaciones en la película cuando se trate de identificar una fractura vertical (Delbem, Cunha, Percinoto y Da Silva, 2018).

Recientemente se emplea el Cone Beam Computed Tomography (CBTC), como ayuda de la radiología para el diagnóstico, no obstante, incluso con esta tecnología, muchas veces es muy difícil lograr la detección de una fisura radicular. Un estudio de 2019 refuerza su relevancia, declarando su uso para detectar fracturas longitudinales, y añade el empleo de técnicas recientes que utilizan tomografía de coherencia óptica (OCT), por sus siglas en inglés, para detectar líneas de fisura invisibles al ojo humano (Martins et al., 2019).

Estas nuevas técnicas se emplean en conjunto por varios estomatólogos para mejorar la calidad del diagnóstico.

Tratamiento: Se conoce que la mayoría de las decisiones clínicas tomadas para el tratamiento no se basan en evidencias científicas, a pesar de que se sugieren varias alternativas. En cuanto a los métodos terapéuticos es mundialmente conocido que la vía más rápida, aunque no más sencilla ni conservadora, para cesar la sintomatología del paciente es el tratamiento del sistema de conductos radiculares. Excepto en el caso de enfermedad pulpar/apical, que estos dientes requieren tratamiento no quirúrgico del conducto radicular (Alkhalifah, Alkandari, Sharma y Moule, 2017) (Dow, 2016).

Durante la fase de obturación del sistema de conductos radiculares, en todos los artículos consultados se recomienda emplear una mínima fuerza de condensación y la obturación con gutapercha termoreblandecida o ionómero de vidrio. Como medicación intraconductos se aconseja la colocación de hidróxido de calcio ya que medicamentos como el eugenol o el formocresol pueden pasar a través de la línea de fisura y afectar adversamente el periodonto. Asimismo, se emplean, para la inmovilización inmediata extracoronalmente, bandas de ortodoncia bien ajustadas y cementadas sin interferir en la oclusión, aunque persiste la sensibilidad térmica. Estudios sugieren la colocación de una protección provisional acrílica en lugar de la banda ortodóncica. También se realizan ajustes oclusales en los dientes afectados para reducir las fuerzas ejercidas sobre él, previniendo así la propagación de la fractura (Herrera, 2015) (León, Arada, López y Armas, 2012).

En el apartado de los procedimientos restauradores existen múltiples materiales que son seleccionados por el estomatólogo de acuerdo al daño dental. Se ha descrito la preparación de coronas acrílicas provisionales como una opción para el tratamiento inmediato de fracturas incompletas, pero, debido a su complejidad no se recomienda su uso, más cuando, una vez confeccionadas, la sintomatología puede que no cese (Moradas, 2016).

Por otro lado, un tratamiento inmediato y novedoso es la colocación de resina compuesta, llamada ferulización directa con composite, que se une directamente sobre la superficie del diente a ferulizar a través de la fractura e inmoviliza los segmentos. Se ha descrito como las restauraciones con composite pueden alcanzar una resistencia a la fractura mayor incluso que los dientes sanos (Martins et al., 2019).

Por otra parte, las amalgamas convencionales no tienen un potencial adhesivo intrínseco por lo que tienen poca capacidad de interferir sobre las fracturas incompletas. No obstante, se describe la restauración con onlays de amalgama (restauraciones con protección cuspea o corona completa), principalmente en tratamientos primarios de los dientes afectados, pueden ser más agresivas en cuanto al desgaste, pero resultan mejor adaptadas y más pasivas.

Actualmente es electiva una técnica para tratar dientes con esta afección utilizando resinas fluidas. Este tipo de material tiene la ventaja que puede ser inyectado dentro de la línea de fisura, previo grabado ácido, y crea una traba mecánica que impide la profundización de la fisura (Soares de Toubes, Moreira y Cota, 2020).

El estudio más reciente, publicado por la Revista Iraní de Endodoncia asevera que la literatura es escasa en protocolos de cómo resolver SDF usando restauraciones cerámicas hechas por el sistema (CAD-CAM), por sus siglas en inglés: diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora; el cual proporciona un tratamiento restaurador rápido y eficiente, generalmente en una sola visita, lo que reduce el riesgo de contaminación y microfiltración de la línea agrietada. Cuando hay comprometimiento pulpar se realiza el tratamiento endodóntico fisura (Soares de Toubes et al., 2020).

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos el tratamiento suele ser la extracción del diente en cuestión, debido al desconocimiento de esta patología por parte de los profesionales, al no tener claro el proceso evolutivo, ni el establecer las medidas terapéuticas adecuadas.

Una terapia opcional es el control de hábitos parafuncionales: El grado de stress emocional tiene una influencia determinante en el bruxismo, por tano el tratamiento debe ser integral, tanto la colocación de una férula oclusal como la medicación son importantes.

Conclusiones.

- El SDF es una entidad clínica común y bien documentada en varios países, en Cuba ni siquiera se encuentra dentro de la clasificación de traumatología dental vigente, por lo tanto, no se diagnostica ni se trata.
- Constituye la patología bucal peor diagnosticada debido a la dificultad para identificar el crack inicial y la semiología propia, debido a ello han surgido varios avances tecnológicos para suplir esta dificultad.
- Se recomienda el estudio del tema y la realización de acciones por los organismos pertinentes para incluirla en la clasificación actual, pues es una de las afecciones traumáticas más frecuentes que puede acarrear resultados negativos como la necrosis pulpar.

Referencias bibliográficas.

- Alkhalifah, S., Alkandari, H., Sharma, P.N., y Moule, A.J. (2017) Treatment of Cracked Teeth. *J Endod*, 43(9), 1579-1586. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28734650/>
- Álvarez, J., Clavera, T.J., y Martínez, D. (2015). Actualización de aspectos relacionados con el Síndrome del Diente Fisurado. *Rev haban cienc méd*, 14(4), 397-408. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2015000400004&Ing=es. 14(4):397-408.
- American Dental Association. (2018). Cracked Tooth Syndrome. Recuperado de <https://www.ada.org/en/publications/cdt/glossary-of-dental-clinical-and-administrative-ter>
- Avendaño, A. (2017). *El Síndrome del Diente Fisurado: Etiología, Diagnóstico y Tratamiento* (tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Banerji, S. Metha S.B., y Millar B.J. (2017). The management of cracked tooth syndrome in dental practice. *Br Dent J*, 222(9), 659-666. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.398>
- Batalha, S., Gondo, R., y Stolf, S. C. (2014). Cracked Tooth Syndrome in an Unrestored Maxillary Premolar: A Case Report. *Operative Dentistry*, 39(5), 460-468. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24517730/>
- Cameron, C.E. (1964). Cracked tooth syndrome. *J Am Dent Assoc*, 68(3), 405-411. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/61220/>
- Chalas, R., y Hanni, S. (2019). *Cracked Tooth Syndrome, management of dental emergencies in children and adolescents*. Estados Unidos: Wiley Online Library. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119372684.ch7.3>

- Chan, Ch., Lin, Ch., Tseng, S., y Huei, J. (2018). Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth. A survey of 315 cases in Chinese patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 87, 504-7. Recuperado de [https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104\(99\)70252-0/pdf](https://www.oooojournal.net/article/S1079-2104(99)70252-0/pdf)
- D'angelis, A. (2007). The lingual barbell: a new etiology for the cracked tooth syndrome. *The Journal of American Dental Association*, 128, 1438-9. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9332146/>
- Delbem, A., Cunha, R., Percinoto, C., y Da Silva, L. (2018). Severe lateral luxation and root fracture; report of a case with 5-year follow-up. *Endodontics & Dental Traumatology*, 15, 91-93. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1600-9657.1999.tb00761.x>
- Delgado, M., y Afrashtehfar, K. (2013). Concepto actual y caso clínico. *Odontología actual*, 10(124), 42-44. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260787229_Diente_fisurado_Cocepto_actual_y_caso_clinico
- Deog-Gyu, S., Yi, Y., Su-Jung, S., y Jeong-Won, P. (2015). Analysis of Factors Associated with Cracked Teeth. *J Endod*, 38, 288-292. Recuperado de [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(11\)01379-3/abstract](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(11)01379-3/abstract)
- Dow, D.M. (2016). *Outcome of endodontically treated cracked teeth* (tesis doctoral). Faculty of the Endodontics: University of the Health Sciences, Estados Unidos.
- Feng, Q. (2017). Cracked Teeth and Poor Oral Masticatory Habits: A Matched Case-control Study in China. *Journal of Endodontics*, 6(43), 885-889. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239917300122>
- Filipi, A. (2018). Transplantation of displaced and dilacerated anterior teeth. *Endodontics & Dental Traumatology*, 14, 93-98. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9558523/>
- Geurtsen, W., Gunay, H., y Schwarze, T. (2006) Diagnóstico, tratamiento y prevención del Síndrome del Diente Fisurado. *Dialnet*, 4(19), 189-197. Recuperado de <https://dialnet.uniroja.es/servlet/articulo?codigo=1957662>
- González, C.D., y López, A.Y. (2018) *Efectividad de los compuestos para el tratamiento de la sensibilidad dental: una revisión sistemática* (tesis de maestría). Facultad de Odontología: Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
- González, G., Garmendia, G., Granados, A., y Beauballet, B. (2003). Guías prácticas clínicas ante traumatismos dentarios y faciales. En Colectivo de autores (Ed.), *Guías prácticas de Estomatología* (pp. 128-194). La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.

- Gutmann, J.L., y Lovdahl, P. (2011). Problem solving in Endodontics. Recuperado de <https://www.elsevier.com/books/problem-solving-in-endodontics/9780323068888>
- Herrera, J. V. (2015). *Manejo del Dolor Aplicado a la Odontología* (tesis de maestría). Facultad Piloto de Odontología: Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Hilton, T.J. (2018). Associations of types of pain with crack level, tooth-level and patient-level characteristics in posterior teeth with visible cracks: Findings from the National Dental Practice – Based Research Network. *Journal of Dentistry*, 70(1), 67-73. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29289728/>
- Kang, S.H., Kim, B.S., y Kim, Y. (2016). Cracked teeth distribution, characteristics, and survival after root canal treatment. *J Endod*, 42(4), 557-62. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0099239916000662>
- Khaler, W. (2008). The cracked tooth conundrum: Terminology, classification, diagnosis, and management. *Am J Dent*, 21, 275-282. Recuperado de <https://www.amjdent.com/Archive/ReviewArticles/2008/Khaler%20AJD%2010-08.pdf>
- Krell, K.V., y Caplan, D.J. (2018). 12-month Success of Cracked Teeth Treated with Orthograde Root Canal Treatment. *J Endod*, 44(4), 543-548. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29429822/>
- León, M., Arada, J.A., López, M.N., y Armas, D. (2012). Traumatismos dentarios en el menor de 19 años. *Rev Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 16(5), 4-13. Recuperado de <http://publicaciones.pri.sld.cu/rev-fcm/rev-fcm165/010512.htm>
- Lynch, C. D., y McConell, R. J. (2002). The Cracked Tooth Syndrome. *J Can Dent Assoc*, 68(8), 470-5. Recuperado de <https://www.cda-adc.ca/jcda/vol-68/issue-8/470.pdf>
- Mallqui, L.L., y Hernández, J.F. (2012). Traumatismos dentales en dentición permanente. *Revista Estomatológica Herediana*, 1(22), 32-35. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539367008>
- Martins, M., Faquim, P., y Batista, J. (2019). Diagnóstico, plan de tratamiento y restauración de un diente con el síndrome del diente fisurado: reporte de caso y seguimiento de siete años. *Rev Estomatol Herediana*, 29(2), 33-34. Recuperado de https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552019000200007&Ing=es.
- Migueláñez, B., Goicochea, C., López, A., y Martínez, M.A. (2019). Dolor orofacial en la clínica odontológica. *Rev Soc Esp Dolor*, 26(4), 233-242. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/dolor/v26n4/1134-8046-dolor-26-04-00233.pdf>
- Moradas, M. (2016). Síndrome del diente agrietado-fisurado. Revisión bibliográfica para la toma de decisiones. *MX Maxillaris*. Recuperado de

<https://www.maxillaris.com/foro-20161102-Sindrome-del-diente-agrietado-fisurado-Revision-bibliografica-para-la-toma-de-decisiones.aspx>

- Ojeda, J.F., Llanas, J.U., y Rodríguez, I. (2016). Tratamiento endodóntico en un diente con el Síndrome del Diente Fisurado. Reporte de un caso. *Revista Mexicana de Estomatología*, 2(3), 188-189. Recuperado de <https://www.remexesto.com/index.php/remexesto/article/view/102>
- Petti, S., Glendor, U., y Andersson, L. (2018). World traumatic dental injury prevalence and incidence, a meta-analysis- One billion living people have had traumatic dental injuries. *Dent Traumatol*, 34(2), 71-86. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29455471/>.
- Rosen, H. (2012). Cracked tooth syndrome. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 47(1), 36-43. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7033512>
- Sánchez, J. Jiménez, A., y Gale, G. (2018). Resistencia compresiva de dientes con conductos amplios restaurados con dos técnicas. *Rev Clin Peridoncia Implantol Rehabil Oral*, 11(1), 73-76. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072018000100020&Ing=es.
- Sebeena, M., Boopathi, T., y Arjun, D. (2012). Diagnosis of cracked tooth. *J Pharm Bioallied Sci*, 4(2), 242-244. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.gov/pmc/articles/PMC3467890/>
- Sin-Young, K., Su-Hyun, K., Soo-Bin, C.H., Gyung-Ok, L., y Sung-Eun, Y. (2013). Different Treatment Protocols for Different Pulpal and Periapical Diagnoses of 72 Cracked Teeth. *J Endod*, 39, 449-452. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23522534/>
- Soares de Toubes, K.M., Moreira, L., y Cota, L. (2020). Optimization of Results for Cracked Teeth Using CAD-CAM System: A Case Series. *Iranian Endodontic Journal*, 1(15), 33-34. Recuperado de <https://journals.sbmu.ac.ir/iej/article/view/26731>
- Sung-Eun, J., A-Ra, J., y Sin-Young, K. (2017). Analysis of the characteristics of cracked teeth and evaluation of pulp status according to periodontal probing depth. *BCM Oral Health*, 17(1), 135. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5704503/>
- Weisburd, M.E., Giménez, J., Gutiérrez, E., Tomaghelli, E., y Perdomo, I. (2017). Síndrome del diente fisurado. Reporte de un caso. *Repositorio Institucional de la UNLP*. Recuperado de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64145>.

- West, N.X. (2008). Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodont*, 48(1), 31-41. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18715354/>
- Yaping, Y., Gongpei, C., y Fang, H. (2019). Biting pain reproduced by the Tooth Slooth: an aid for early diagnosis of cracked tooth. *Quintessence International*, 1(50), 82-87. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330309778_Biting_pain_reproduced_by_the_Tooth_Slooth_an_aid_for_early_diagnosis_of_cracked_tooth

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Magariño Abreus, L. del R., Roque Batista, T., de León Ramírez, L. L., & López González, E. (2021). Síndrome del Diente Fisurado: una actualización imprescindible . Anatomía Digital, 4(3), 87-101. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1758>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Traumatismo craneoencefálico secundario a heridas por arma de fuego atípica. Presentación de caso



Traumatic brain injury secondary to atypical gunshot-wound. A case report

Juan Carlos Morales Valdés.¹, Diana Rosa Bayona Santana.², Lilibeth Villalonga Costa.³, Yusely Perdomo Pulido.⁴ & Joel Socorro Izquierdo.⁵

Recibido: 09-05-2021 / Revisado: 20-05-2021 / Aceptado: 06-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1759>

Abstract

Introduction: *Traumatic brain injury* secondary to gunshot wounds (HPAF) is a critical situation. The projectile of a firearm can penetrate the body through any region, causing lesions of varied morphology due to multiple factors. The place of entry of the projectile (orifice) may have small diameters, which escapes the observation of the attending physician, in these circumstances radiological techniques are essential as a diagnosis and a preliminary step to the

Resumen

Introducción: El traumatismo craneoencefálico (TCE) secundario a heridas por arma de fuego (HPAF) es una situación crítica. El proyectil de un arma de fuego puede penetrar al organismo por cualquier región originando lesiones de morfología variada por múltiples factores. El lugar de entrada del proyectil (orificio) puede tener diámetros pequeños, que escapa a la observación del médico de asistencia, en estas circunstancias se hacen indispensables

¹ Hospital Universitario Comandante Faustino Pérez Hernández, jcmorales@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0002-2756-3634>

² Hospital Universitario Comandante Faustino Pérez Hernández, dianar.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0001-6652-3558>

³ Hospital Universitario Comandante Faustino Pérez Hernández, lilibeth.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0002-4007-8908>

⁴ Policlínico Carlos Verdugo Martínez, yuselyp.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0003-0574-324>

⁵ Hospital Universitario Comandante Faustino Pérez Hernández, joels.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0003-0743-850X>

judicial autopsy. **Methodology:** A review and analysis of the bibliography on Traumatic brain injury caused by firearms was carried out, it was possible to identify orifices or entry wounds through natural orifices or other regions of the body, not because of unusual locations as in this case, being necessary to carry out tomographic studies to locate the projectile, which allowed to have it as a reference in future cases. **Conclusions:** The victim presented injuries, with severe head trauma. The tomography showed the presence of an intracerebral foreign body, similar to a projectile. The wound consisted of an atypical entrance orifice, in an unusual anatomical region, and a trajectory. At necropsy, the bullet was removed. The ballistics analysis revealed that it was a 22 caliber, of non-industrial manufacture, used in an atypical and improvised weapon. The intracranial injuries were severe, which by a direct mechanism caused the death of the injured person. The case was closed as a homicide.

Keywords: Improvised firearms, unusual wound or hole, unusual anatomical region, traumatic brain injury.

las técnicas radiológicas como diagnóstico y paso previo a la necropsia judicial. **Metodología:** Se realizó una revisión y análisis de la bibliografía sobre los traumatismos craneoencefálicos por disparo de arma de fuego, se pudo identificar orificios o heridas de entrada por orificios naturales u otras regiones del cuerpo, no así por localizaciones *poco comunes* como en este caso, siendo preciso realizar estudios tomográficos para localizar el proyectil, lo que permitió tenerlo como referencia en próximos casos. **Conclusiones:** La víctima presentó lesiones, con severo traumatismo craneoencefálico. La tomografía mostró la presencia de un cuerpo extraño intracerebral, semejante a un proyectil. La herida estaba formada por un orificio de entrada atípico, en región anatómica, poco común y un trayecto. En la necropsia realizada se extrajo la bala. En el análisis de balística resultó ser un calibre 22, de fabricación no industrial, usado en un arma atípica e improvisada. Las lesiones intracraneales fueron severas y por un mecanismo directo ocasionaron la muerte del lesionado. El caso se cerró como un homicidio.

Palabras claves: Armas de fuego improvisada, herida u orificio atípico, región anatómica poco común, traumatismo craneoencefálico.

Introducción.

La violencia es una preocupación en la vida de las personas en todo el mundo, y afecta a todos de alguna u otra manera. Para muchos, poder estar a salvo se basa en mantener las puertas y ventanas cerradas, y evadir los lugares peligrosos. Sin embargo para otros no hay escapatoria, ya que la amenaza de la violencia se encuentra detrás de sus puertas, oculta a los ojos de los demás (Salas Castillo, D. D. R. ,2019).

El trauma craneoencefálico (TCE) es una forma en la que la violencia se puede mostrar, es el intercambio de energía dentro de la bóveda craneana por un agente externo que resulta en alteraciones anatómicas o funcionales; se pueden generar lesiones tanto primarias, en cuanto al daño mecánico, como secundarias, de acuerdo al daño celular posterior (Alexiou, G. A., Sfakianos, G., & Prodromou, N., 2011).

Los TCE son la principal causa de muerte e incapacidad en individuos menores de 45 años en los Estados Unidos y la primera causa de muerte en los jóvenes de entre 1 a 19 años, fallecen entre 30 000 y 50 000 personas de manera secundaria a heridas por proyectil de arma de fuego, ocurren alrededor de 2,5 millones de casos anuales, la tasa de hospitalización es de un 11%, con una mortalidad del 2%, el 43,3% de los pacientes presentan algún grado de discapacidad al año del egreso, aproximadamente 150 000 heridas por proyectil de arma de fuego se reportan por año (Corrigan J. D., 2010 y Robles, C., 2013 y Robles, C., 2013).

América Latina es la región del mundo donde con mayor frecuencia son utilizadas las armas de fuego para realizar homicidios (66%), en África y Asia (28 %), en Europa (13 %); en Oceanía (10 %) y en México, en la última década las armas de fuego han sido utilizadas en más de la mitad de los homicidios según los reportes publicados (Arriaga P, Roldán Álvarez M., 2016).

Gran parte de los traumas craneoencefálicos se asocian a heridas por arma de fuego en la región del cráneo, en el macizo frontal, por ser esta zona anatómica muy vascularizada y tener escasa musculatura, se caracterizan por favorecer a las hemorragias intensas, la localización de los órganos de los sentidos en esta región le da una especial sensibilidad al poderse afectar las vías respiratorias, los ojos u otras estructuras cercanas (Cañadas, E. V., 2018 y Palacios Vivar, D. E., Miranda Villasana, J. E., & Calderón Lumbreras, A. S., 2017).

El estudio de las lesiones por arma de fuego en el cráneo forma parte de uno de los temas clásicos, constantes y fundamentales en todos los tratados de Medicina Legal. Los médicos deben conocer sus manifestaciones para su correcta interpretación desde la óptica quirúrgica y forense. Su producción exige siempre la investigación judicial por lo que la participación especializada desde la Medicina Legal es imprescindible para la resolución del caso (Canseco Cavazos, J., Palacios-Zertuche, J., Reyna-Sepúlveda, F., Álvarez-Villalobos, N., Alatorre-López, L., Muñoz-Maldonado, G., 2017).

El TCE se puede clasificar de acuerdo a los mecanismos de traumatismo en *penetrante*, *compuesto por heridas por arma corto-punzante*, *heridas por arma de fuego y cerrado*, debido a caídas y accidentes de tránsito (Alexiou, G. A., Sfakianos, G., & Prodromou, N., 2011). La severidad del TCE se determina, a partir de la escala de coma de Glasgow (GCS) ajustada según la edad de los pacientes (Borgialli D. A., 2016). Según Calabuig 2018 a la frecuencia y la gravedad de las lesiones craneoencefálicas se les confiere gran importancia, alrededor de una cuarta parte de las muertes violentas se deben a traumatismos de la cabeza, las lesiones que resultan pueden afectar a las partes blandas, al esqueleto craneofacial o a su contenido visceral.

El *Arma de Fuego*, es un instrumento de dimensiones y formas variadas destinado a lanzar violentamente proyectiles, hacen uso de la fuerza expansiva de los gases que se desprenden al inflamarse de forma instantánea la sustancia explosiva en un espacio confinado. Conservan el nombre genérico de arma de fuego porque en los modelos primitivos los disparos iban acompañados de la salida de una llamarada por la boca del arma (Cañadas, E. V. ,2018).

Según su alcance y en relación con la longitud del cañón: *las armas de fuego son cortas*, (intervienen con mayor frecuencia en los asuntos criminales), entre ellas: pistolas ordinarias, revólveres, pistolas automáticas y pistolas ametralladoras o *largas*, (para la caza y con fines de guerra), dentro de estas se encuentran las escopetas de caza, fusiles, carabinas, fusiles ametralladoras, subfusiles y metralletas. Según la carga que disparan, pueden ser *armas de proyectiles múltiples o de proyectil único* (Cañadas, E. V. ,2018). Según la constitución de las armas de fuego, se clasifican en *armas típicas*, todas las armas comerciales fabricadas en serie por las distintas marcas o *armas atípicas*, siendo estas irregulares e improvisadas (Cañadas, E. V. ,2018). Refiere además el autor la existencia de nuevas innovaciones para el uso de armas con fines bélicos, se ha desarrollado un nuevo tipo de fusil de asalto, dotados de proyectiles de pequeño calibre y alta velocidad (Calabuig 2018).

Los proyectiles pueden ser puro de plomo o recubiertos con elementos como el cobre, bronce, zinc, los cuales conservan su forma primaria tras el impacto. En cuanto a la pólvora, en caso de la negra esta puede ser ordinaria, fuerte y extra-fuerte (dependiendo del número de granos de azufre, carbón y salitre) (Peña Coto, C. ,2013).

Para una mejor comprensión sobre el daño que ocasionan los proyectiles de las armas de fuego, nos adentraremos en las consideraciones que realiza la balística: *La balística médico-forense* es la parte de la balística externa que estudia el movimiento de la bala después de su impacto o penetración en el blanco corporal hasta el fin de su trayectoria o de su salida del cuerpo. *La balística interior*: es la que se ocupa del estudio de los fenómenos que ocurren en el interior del arma hasta que el proyectil sale por la boca del cañón, la *balística exterior*: estudia los fenómenos que ocurren en el proyectil desde el momento en que sale del arma hasta que alcanza su objetivo y la *balística terminal*: estudia la penetración del proyectil en cuerpos sólidos (Peña Coto, C. ,2013).

El grado de daño ocasionado tiene relación relativa a la energía ocasionada por la masa y velocidad de impacto del proyectil, la cual se representa con una fórmula y se le conoce como energía cinética (EC) siendo la velocidad más importante que la masa ($EC = \frac{1}{2} \text{Masa} \times \text{Velocidad}$) (Hernández Téllez, I. E., Montelongo Mercado, E. A., Arreola Bastidas, J. J., Larrinúa Betancourt, E. & Aguilar Merlo, A. ,2016).

La física cataloga el movimiento del proyectil en tres partes, interior (dentro cañón), exterior (desde su salida hasta su impacto), terminal (penetración en objetos sólidos). Presentando estos diferentes patrones de desplazamiento: precesión, caída y balanceo,

cabeceo, sedal y nutación. No hay un acuerdo universal para clasificarlos por velocidad: la literatura de norteamericana refiere como alta velocidad entre 610-914 m/s, el Reino Unido toma mayor a 335 m/s como alta velocidad se clasifican en menor a 330 m/s, media entre 330-600 m/s, y mayor a 600 m/s (Hernández Téllez, I. E., Montelongo Mercado, E. A., Arreola Bastidas, J. J., Larrinúa Betancourt, E. & Aguilar Merlo, A. ,2016).

Clasificación de Sherman y Parrish

Baja velocidad	< 330 m/s	Deportivas recreativas
Mediana velocidad	330-660 m/s	Armas cortas, auto/semiautomáticas
Alta velocidad	> 600 m/s	Uso militar

Respecto a la velocidad del proyectil describe que los fusiles nuevos de asalto, que expulsan proyectiles de pequeño calibre y alta velocidad, alcanzan los 1.000 m/s, en contraste con la velocidad de los proyectiles de revólver o pistola (de 200 a 300 m/s), o los de los fusiles ordinarios (de 600 a 700 m/s). El proyectil de alta velocidad genera una mayor energía cinética comparado con los de baja velocidad, pero asumir que ocasionan un mayor daño es una percepción equivocada. (Cañadas, E. V. ,2018).

El nivel de injuria va a depender de múltiples factores: energía cinética, capacidad de deformación, fragmentación de la bala y la resistencia a la deformación que presente el tejido alcanzado. Es de relevancia no sólo la velocidad sino también la zona de impacto, la energía cinética, características de la bala, y el trayecto de penetración para definir el daño, dar un pronóstico y un plan de tratamiento. Al momento de ingresar el proyectil en el organismo crea una cavidad cercana al diámetro del proyectil, una cavidad temporal ocasionada por expansión de la energía cinética de manera lateral, y una onda de estrés hacia delante. Teniendo en cuenta que la velocidad mínima para perforar la piel es de 50 m/s, y para afectar el hueso 60 m/s.

Existen múltiples clasificaciones en *función del patrón de entrada y salida del proyectil*: la primera distingue tres tipos, *lesiones penetrantes* (sólo orificio de entrada); *lesiones perforantes* (orificio de entrada y salida), la segunda por armas de pequeño calibre y larga distancia: *lesiones avulsivas* (provocadas por armas a una distancia muy corta con balas deformantes que generan gran pérdida de sustancia), *la tercera* describe cuatro trayectorias comunes del proyectil a nivel facial y la cuarta las clasifica en lesiones de bajo y alto grado de energía, en relación a la pérdida de sustancia y a las lesiones provocadas en la cara. (Teme Lichi, C., Gómez, N., Matsumura Kichiro, Cabral, G., & Jara, J. ,2020).

Los elementos que integran al disparo son: *la pólvora, el taco y el proyectil*. La pólvora constituye la mezcla explosiva que comunica su fuerza de propulsión al proyectil. Pero también puede obrar sobre el blanco por sus productos de combustión: gases de explosión, llama, grano de pólvora no quemado y negro de humo (Cañadas, E. V. ,2018).

Se conocen como heridas por arma de fuego aquellos efectos lesivos que producen sobre el organismo los disparos realizados con armas cargadas de diversos tipos de pólvora u otros explosivos, son el conjunto de alteraciones producidas en el organismo por el efecto

de los elementos que integran el disparo en las armas de fuego. Desde el punto de vista médico legal, las heridas por arma de fuego se clasifican como contusas (Alvarado, E. V. ,2014). Pueden provocar daños muy distintos dependiendo del intercambio de energía entre el cuerpo y la bala, además todas ellas tienen un orificio de entrada, una trayectoria y puede tener o no un orificio de salida que depende de la salida o no del proyectil del cuerpo (Gil Martín, P. ,2018).

Respecto a la morfología de las heridas por arma de fuego, dada sus sensibles diferencias, tenemos las heridas producidas por proyectil único (bala) y las causadas por proyectiles múltiples. Describiremos la que se relaciona en este caso, que sería la producida por proyectil único. De manera esquemática, hay que considerar en estas heridas un *orificio o herida de entrada*, un *trayecto* y un *orificio o herida de salida*, el cual puede o no estar (Cañadas, E. V. ,2018).

La forma del orificio es generalmente, redondeada u oval, en el vivo es excepcional que sea totalmente circular, pues siempre hay una deformación conforme a la dirección de las fibras de la región (como en las heridas punzantes). En las heridas por disparos a *gran distancia*, el orificio adopta la *forma de un ojal o hendidura lineal* que recuerda las heridas por instrumentos punzantes o cortopunzantes. En Las heridas por disparos a *corta distancia* la forma de la herida *presenta un aspecto desgarrado*, como de estrella, debido a la acción de los gases, que se difunden con violencia bajo la piel (Alvarado, E. V. ,2014).

Los *tatuajes* son las formaciones resultantes del disparo que se dibujan alrededor del orificio de entrada y suministran importantes indicaciones diagnósticas médico legal, tienen dos componentes: *la cintilla de contusión* y *el taraceado o tatuaje propiamente dicho*. En algunas ocasiones, el orificio de entrada de las heridas por arma de fuego difiere de la descripción anterior, dando lugar a las *heridas atípicas*. Cuando el proyectil entra por orificios o cavidades orgánicas, se habla de *orificio de entrada natural* (*boca, fosas nasales, conducto auditivo externo, vagina y ano*) (Alvarado, E. V. ,2014).

El trayecto de las heridas por arma de fuego corresponde al recorrido de la bala en los tejidos, puede ser *único o múltiple*, si la bala se fragmenta durante su paso por los tejidos. Por su dirección se distinguen los trayectos en *rectilíneos*, que siguen la dirección del disparo, y los trayectos con *desviación*, por choques en huesos, sobre todo, que comunican a los proyectiles hacia direcciones sorprendentes, indescriptibles (Alvarado, E. V. ,2014).

Si el proyectil no ha salido al exterior, se encuentra en la extremidad del trayecto cerrado, en medio de un foco hemorrágico. Sin embargo, la búsqueda del proyectil es a menudo muy dificultosa, ya que puede ocupar lugares inverosímiles por mecanismos no siempre bien explicados. Para facilitar la localización de la bala se hace a veces necesario el concurso de la imagenología. En ocasiones es aconsejable pasar los coágulos sanguíneos encontrados en las cavidades (abdominal, torácica, etc.) por un tamiz, con el fin de encontrar los proyectiles que a veces quedan englobados en ellos (Peña Coto, C. ,2013).

Se describen además las *migraciones*, que no es más que el traslado pasivo del proyectil por medio de la corriente sanguínea, cuando este penetra en un vaso. Por otra parte, la

dirección del trayecto en el cuerpo depende de la posición en la que se encontraba la víctima. El *orificio de salida* es inconstante por definición, no existiendo cuando la bala permanece en los tejidos, variando su forma y su tamaño (Alvarado, E. V. ,2014).

Las heridas por arma de fuego *son de naturaleza contusa y físico químicamente* ocasionadas por la bala o proyectil disparado por un arma de fuego, y por los elementos concurrentes, más los elementos neoformados con ocasión del disparo. Las lesiones intracraneales secundarias a heridas por proyectil de arma de fuego son generalmente *múltiples y variadas*, pueden ocasionar compromiso óseo, parenquimatoso e incluso vascular (Peña Coto, C. ,2013).

Las *armas de fuego*, dependiendo del tipo de proyectil y la distancia del disparo, pueden producir: *Fracturas incompletas* (fisuras que se irradian y que se interrumpen en las suturas o en fisuras o fracturas producidas por disparos anteriores). *Orificios*, bien dibujados, con *fisuras o microfracturas*, que se irradian perpendiculares al círculo del orificio. *Orificios irregulares*, de gran tamaño, cuando se suma el efecto explosivo («heridas a bocajarro»); en ocasiones, la explosión puede producir fracturas indirectas. (Arriaga P., Roldán Álvarez M. ,2016).

Las complicaciones más frecuentes ante este tipo de lesión que conllevan al deceso son: Las fracturas que se producen al ocurrir el encuentro entre el proyectil y el segmento óseo, y su trayecto a través del mismo. La alteración vascular por rupturas de vasos sanguíneos cerebrales, que dan paso a la formación de hematomas y hemorragias intracraneales y la lesión de los centros nerviosos superiores. (Canseco Cavazos, J., Palacios-Zertuche, J., Reyna-Sepúlveda, F., Álvarez-Villalobos, N., Alatorre-López, L., Muñoz-Maldonado, G. ,2017).

El caso que se presenta fue trabajado por el Servicio Provincial de Medicina Legal de la provincia de Matanzas, la autoridad competente (Instructor Policial) solicita que se realice la necropsia médico legal al cadáver de un individuo que encontrándose con vida ingresa en sala de emergencia con pérdida de la conciencia, múltiples estigmas de traumatismos y sangramiento activo por boca, fosas nasales y el ángulo interno de la región orbital derecha, falleciendo horas más tardes.

Entre los estudios que se le realizaron se encuentra una tomografía axial computarizada simple (TAC) de la región craneal, la cual reveló la presencia de un cuerpo extraño con un aumento de la densidad, alojado en el Encéfalo, en su hemisferio izquierdo a nivel parietal.

En la necropsia realizada se evidenció el orificio de entrada de una herida por arma de fuego, su trayecto, lesiones y el propio proyectil. La herida tenía una pequeña dimensión y una localización poco común, que pudo escapar a la observación del médico de asistencia, pero en este caso el hallazgo del cuerpo extraño observado en la tomografía, sugería por su densidad la posibilidad de un proyectil de arma de fuego.

Metodología.

Síntesis de los Hechos:

Se conoció a través de la información aportada por la autoridad actuante, que la víctima sostuvo una riña en la vía pública con otro ciudadano, quien lo agrede con un pedazo de acero o cabilla, causándole lesiones en la cabeza. Fue encontrado por los vecinos, cerca de la vivienda donde este reside, sobre el pavimento, inconsciente, con presencia de golpes en la región de la cara y sangramiento abundante, siendo trasladado a un centro hospitalario con peligro inminente para su vida, por presentar toma de conciencia, lesiones y sangramiento activo. Después de varias horas del accionar médico, el lesionado fallece.

Presentación del caso:

El caso que se presenta esta en relación con una denuncia radicada por la autoridad competente por el delito de *homicidio* al tratarse de la muerte de una persona por otra, donde la víctima fue agredida supuestamente con un objeto contundente, recibiendo varias lesiones, en la región cefálica y miembro superior derecho. El lesionado fue traslado inmediatamente al centro hospitalario, siendo valorado en sala de emergencia, lo que consta en su historia clínica, donde se describe que desde su llegada se continua brindando asistencia médica y es valorado por médicos de diferentes especialidades, dentro de ellas Neurocirugía por la toma de conciencia y la presencia de una escala de Glasgow de 3 sobre 15, lo que orientó a los galenos sobre la presencia de lesiones intracraneales. Indican y realizan Tomografía Axial Computarizada de cráneo simple (TAC) donde se observa la presencia de *neumoencéfalo*, *fractura de la pared medial de seno maxilar derecho*, el cual se encontraba ocupado por contenido hemático, *fractura en el etmoides*, el cual está en similares condiciones, *fractura de la pared medial de la órbita izquierda* y *fractura de la pared lateral del seno esfenoidal izquierdo*, ocupado por contenido hemático y con ocupación parcial del derecho, además se constató la *presencia de un cuerpo extraño intracerebral, alojado en el hemisferio izquierdo, a nivel de la región parietal de ese lado*, próximo a la línea media, *con una densidad de 3034 UH*, que impresionaba elemento de composición metálica, similar a un proyectil de arma de fuego. Al no reportarse agresión con arma de fuego ni evidenciarse un orificio de entrada en tal región anatómica, surgió la duda ante tal elemento.

Se discute el caso en colectivo en presencia del médico legista (medicina legal), para exponer las lesiones visibles, su mecanismo de formación y posible agente vulnerante. Al examinarse la región orbital derecha, se evidencia un activo sangramiento en el ángulo interno, con presencia de una herida contusa de 1,1 cm de diámetro, sin otros signos.

Durante el reconocimiento corporal de lesiones se observaron contusiones simples y profundas en el miembro superior derecho, en el antebrazo. Al analizar y discutir el caso, teniendo como referencia los estudios radiológicos (TAC), que evidenciaban la presencia de traumatismo craneal, y el cuadro lesivo descrito, se esclarecía aún más que este individuo había sido agredido, con un objeto contundente, pero que a la vez era muy

probable que hubiese sido agredido también con un arma de fuego, teniendo como referencia que la herida contusa descrita en el ángulo interno de la región orbital derecha, era el orificio de entrada del cuerpo extraño que se encontraba alojado intracraneal. Al ser valorado por los especialistas de Neurocirugía, estos comentan en la historia clínica, que el lesionado no tenía criterio quirúrgico. Evolucionando tórpidamente desde el punto de vista neurológico y hemodinámico, fallece en un breve tiempo.

Realizada la necropsia médico legal por los peritos actuantes, evidenciaron los siguientes *signos de violencia en el examen del exterior del cadáver*:

- Aumento de volumen de la región ocular derecha, con equimosis y hematoma periorbitario de esta región, con coloración violáceo oscuro.
- Quemosis del ojo derecho.
- Herida contusa, de 1,1 cm de longitud, en forma de un pequeño ojal, localizada en borde interno del párpado inferior del ojo derecho, próximo al lagrimal, con evidente sangrado a través de la misma.
- Aumento de volumen del antebrazo derecho, endurecido a la palpación, donde se observa la presencia de 4 excoriaciones lineales, dispuestas transversalmente al eje longitudinal del miembro superior, equidistantes y paralelas entre sí, de 7, 7,6, 8 y 10 cm de longitud, tomando como referencia la región distal del miembro, todas con costra húmeda y hemática. En la región correspondiente a la flexura del codo de ese mismo miembro, se evidencia hematoma de 6,7 cm en su diámetro mayor, con color violáceo oscuro.

Al examinar los *orificios naturales* solo se evidenció la presencia de contenido hemático en ambas fosas nasales, no existiendo alteraciones en su morfología.

En el examen del *interior de las cavidades*, como *significativo* se describe lo evidenciado a la *apertura de la cavidad craneana*:

- *Infiltrado hemorrágico* en el colgajo anterior del cuero cabelludo, galeal y subgaleal, en región parietal y frontal derecha, a nivel de la órbita y región nasal.
- *Cerebro*:
- Vasos meníngeos tortuosos e ingurgitados, aplanamiento de las circunvoluciones y estrechamiento de los surcos.
- Extravasación de sangre al espacio subaracnoideo, extensa, en el hemisferio izquierdo en su región parietal.
- En la *base cerebral* se observó *dislaceración del tejido encefálico*, en la misma se evidencia la presencia de un *surco o canal en toda su extensión*, dejando visualizar la *presencia de un proyectil deformado en su interior*.

Tallo encefálico: Tras su disección se observaron focos contusivos.

Huesos de la base craneal:

- Fractura lineal, de 0,5 cm de longitud, en fosa anterior derecha, con infiltrado hemorrágico a su alrededor.

- Por debajo de la lámina cribosa del etmoides se observa fractura lineal de 1,2 cm de longitud, que se extiende hasta la silla turca, con infiltración hemorrágica.
- *Exploración del orificio de entrada:* Una vez introducido el explorador metálico a través de la herida contusa descrita en el ángulo interno de la región orbital derecha, este atravesó la base craneal a través de un trayecto recto que pasa por la fosa anterior derecha.
- Una vez extraído el proyectil se evidencio que el mismo tiene características de estar deformado, construido de un material que nos recuerda al plomo, de 1,2 cm de longitud y 0,6 cm de ancho en su base.
- El estudio de *balística* realizado al proyectil en el laboratorio de criminalística, aportó que el elemento investigado era de *Plomo*, color gris, con un peso aproximado de 2.41 gramos, perteneciente a un proyectil de base cóncava y punta redonda, apreciándose su cuerpo con la cabeza deformado por un lateral, producto a un achatamiento, el cual pudo producirse producto al impacto contra una barrera de mayor dureza. No presenta estrías y campos, estuvo unido al casquillo por presión. Todas estas características unidas a las constructivas y a la comparación realizada con los patrones existentes en los registros criminalísticos de cartuchos, posibilitó establecer que: *el proyectil formó parte de un cartucho Calibre 5,6mm (.22´) de los diseñados para ser utilizados en diversas armas del tipo semiautomática y mecánica, además de armas atípicas.*

Consideraciones médico legales

- Los peritos médicos legistas actuantes, consideran que teniendo en cuenta lo aportado por la autoridad actuante, lo descrito en la historia clínica que perteneciera al lesionado, los resultados del reconocimiento corporal de lesiones practicado y las evidencias obtenidas, tras realizar la necropsia judicial, nos encontramos ante una *muerte violenta*, la cual es dependiente de la agresión con arma de fuego, que conlleva a las lesiones craneoencefálicas descritas.
- El cuadro lesivo encontrado en la región craneoencefálica durante la realización de la necropsia médico legal, guarda relación con los hallazgos tomográficos evidenciados, no así con el antecedente aportado por la Instrucción Penal actuante en el inicio de la investigación.
- Orientar a la autoridad judicial, que la víctima no solamente había sido agredida con un objeto contundente, sino que también lo había sido con un arma de fuego, que tras el disparo del proyectil y el encuentro de este con el cuerpo (región cefálica), a nivel del ángulo interno de la región orbital derecha, había penetrado la bala, dejando la herida u orificio de entrada a la cavidad craneal de donde no salió, quedando alojado en el interior del tejido encefálico, en la región parietal izquierda, lo cual quedó evidenciado en el examen in situ realizado, no existiendo por tanto orificio de salida.
- El orificio de entrada en este caso tiene una localización *poco común*, con dimensiones y características que bien podrían confundirse con una herida contusa causada por otro objeto contuso e incluso escapar de la observación del médico

de asistencia. En estas situaciones clínicas donde hay toma de conciencia si no se indican los estudios tomográficos correspondientes, no se diagnosticarían las lesiones causadas, ni la presencia del proyectil. Lo que sería importante para el médico legista, al poder tener localizado al proyectil antes de la realización de la necropsia judicial, en caso de fallecimiento del lesionado.

- Al analizar la morfología de las heridas por arma de fuego, a pesar de lo evidenciado en el estudio tomográfico realizado al lesionado, consideramos que en este hecho nos encontramos ante una producida por proyectil único, conformada por el orificio de entrada y su trayecto, al estar ausente el orificio de salida. El orificio de entrada en este caso no presenta las características descritas para los disparos a corta y larga distancia, dando lugar por lo tanto a una *herida atípica*, por lo que *no podemos pronunciarnos respecto a la distancia del disparo*.
- Durante la exploración del trayecto se evidenció que el mismo presenta *desviación*, al chocar con el plano óseo.
- Respecto a la dirección del disparo, solo tendremos en cuenta el trayecto del proyectil por ser esta una herida atípica, el cual sería de derecha a izquierda y de adelante hacia detrás, lo que justifica la herida contusa en el párpado inferior del ojo derecho, la fractura de la fosa anterior derecha del cráneo, la fractura por debajo de la lámina cribosa del etmoides, que se extiende hasta la silla turca y el resto de las lesiones ocasionadas por el trayecto del proyectil en el encéfalo.
- Después de analizado y evaluado el proyectil, se ilustra a la autoridad actuante que el mismo había sido disparado por *un arma atípica, de constitución irregular, e improvisada*.
- Que la deformación de la cabeza del proyectil producto a un achatamiento, puede estar en relación con el impacto que tuvo el mismo en su trayecto contra el plano óseo, lo que justifica las fracturas observadas en el estudio tomográfico y descritas en el cuadro lesional que se comprobó. Con los datos aportados y el estudio balístico realizado se concluyó que el proyectil formó parte de un cartucho Calibre 5,6mm (.22´) de los diseñados para ser utilizados en diversas armas del tipo semiautomática y mecánica, además de su uso en *armas atípicas* como lo fue categóricamente en este hecho.
- El traumatismo craneoencefálico que se originó secundariamente al disparo por el arma de fuego fue clasificado como severo, si tenemos en cuenta la escala de coma de Glasgow (GCS) que presentaba la víctima de 3/15 al momento de ser examinado por los galenos.
- El trauma craneoencefálico que presentó la víctima de acuerdo a los mecanismos de traumatismo se clasifica en *penetrante*.
- Las lesiones intracraneales descritas en la víctima, secundarias a la herida por el proyectil de arma de fuego fueron múltiples y variadas, teniendo compromiso óseo, parenquimatoso y vascular.
- Las complicaciones que presentaron estas lesiones conllevaron al lesionado a su deceso en breve tiempo, teniendo como mecanismo directo de muerte la lesión de los centros nerviosos superiores.

- Los *signos de violencia* descritos en la región ocular derecha (*equimosis y hematoma periorbitario*), no son más que *contusiones simples o de primer grado con integridad de la piel*, originados por la *ruptura de vasos sanguíneos* y son secundarios a la herida por arma de fuego y sus complicaciones. Los descritos en el *miembro superior derecho*, a nivel de *antebrazo* son: *excoriaciones, pertenecientes también al grupo de contusiones anteriores*, pero con lesión cutánea, cuyo mecanismo de formación es por fricción o rozamiento y hematoma, causado por la ruptura de vasos sanguíneos.
- Pericialmente concluimos el caso declarando que se trata de una *muerte violenta* de etiología médico legal *homicida tras la agresión* de la víctima. El agente vulnerante usado por parte de él o de los agresores fue un *objeto contundente, duro, romo, sin filo, ni aristas y un arma de fuego improvisada, atípica*. Su disparo interesó la *región craneoencefálica* en una localización poco común, causando un traumatismo craneoencefálico. Presentaba otras *lesiones* en el *antebrazo derecho* (contusiones simples) pero sin *repercusión* a la gravedad de su estado. La causa directa de la muerte estuvo relacionada con la lesión de los centros nerviosos superiores, por la dislaceración encefálica y las contusiones de tallo encefálico que se presentaron al fracturarse la base del cráneo producto al disparo de proyectil único de arma de fuego, cuando la víctima fue agredida por tal agente vulnerante.

Fig. 1. Contusiones superficiales en miembro superior derecho.



Fig. 2. Herida por arma de fuego con orificio de entrada atípico.



Fuente: Foto obtenida durante el acto de la necropsia Médico Legal.

Fig. 3. Tomografía simple de cráneo

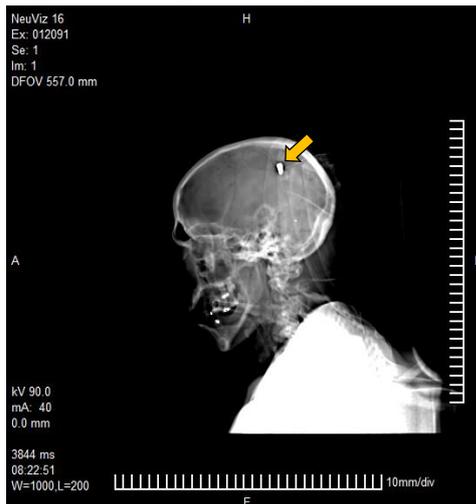


Fig. 4. Estudio tomográfico en 3D



Fuente: Estudios imagenológicos realizados (Tomografía)

Fig. 5 Proyectoil calibre 22 deformado



Fuente: Proyectoil extraído en el acto de la necropsia Médico Legal

Conclusiones.

- La víctima presentó varias lesiones, con un *severo traumatismo craneoencefálico*. El estudio tomográfico mostró la presencia de un *cuerpo extraño intracerebral*, semejante a un proyectil. La herida solo tenía el *orificio de entrada atípico*, en una región anatómica *poco común* y un *trayecto*. Durante el acto de la necropsia médico legal se extrajo la bala. En el análisis de balística resulto ser un calibre 22, de fabricación *no industrial*, usado en un *arma atípica e improvisada*. Las lesiones intracraneales fueron severas y por un mecanismo directo ocasionaron la muerte del lesionado. El caso se cerró desde la perspectiva médico legal como un *homicidio*.

Referencias bibliográficas.

- Alexiou, G. A., Sfakianos, G., & Prodromou, N. (2011). Pediatric head trauma. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, 4(3), 403–408. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.83872>
- Alvarado, E. V. (2014). Libro de Medicina Legal. <https://booksmedicos.org/medicina-legal-vargas-alvarado-4a-edicion/>
- Arriaga P., Roldán Álvarez M. (2016). Armas de fuego en México: Panorama en 2016, Publicaciones Casede. págs.: 157-167.4. https://www.casede.org/PublicacionesCasede/Atlas2016/Paulina_Arriaga_Maura_Roldan.pdf
- Borgialli, D. A., Mahajan, P., Hoyle, J. D., Jr, Powell, E. C., Nadel, F. M., Tunik, M. G., et al. (2016). Performance of the Pediatric Glasgow Coma Scale Score in the Evaluation of Children With Blunt Head Trauma. *Academic emergency medicine: official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 23(8), 878–884. <https://doi.org/10.1111/acem.13014>
- Canseco Cavazos, J., Palacios-Zertuche, J., Reyna-Sepúlveda, F., Álvarez-Villalobos, N., Alatorre-López, L., Muñoz-Maldonado, G. (2017). Epidemiología de las lesiones por proyectil de arma de fuego en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León Cirugía y Cirujanos, vol. 85, núm. 1, enero-febrero, pp. 41-48. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66249769007>
- Cañadas, E. V. (2018). Gisbert Calabuig. Medicina Legal Y Toxicológica. Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/gisbert-calabuig-medicina-legal-y-toxicologica/villanueva-canadas/978-84-9113-096-3>
- Corrigan, J. D., Selassie, A. W., & Orman, J. A. (2010). The epidemiology of traumatic brain injury. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 25(2), 72–80. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e3181ccc8b4>
- Gil Martín, P. 2018. Manejo inicial del paciente con herida por arma de fuego. Disponible en: <https://gredos.usal.es/handle/10366/137597>
- Hernández Téllez, I. E., Montelongo Mercado, E. A., Arreola Bastidas, J. J., Larrinúa Betancourt, E. & Aguilar Merlo, A. (2016). Spine gunshot wounds at the Central Military Hospital in Mexico. *Coluna/Columna*, 15(2), 134-139. <https://doi.org/10.1590/S1808-185120161502157642>
- Palacios Vivar, D. E., Miranda Villasana, J. E., & Calderón Lumbreras, A. S (2017). Herida facial por proyectil de arma de fuego: revisión de literatura y estudio clínico de tres casos. *Revista odontológica mexicana*, 21(2), 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.rodex.2017.05.009>

- Peña Coto, C. (2013). Manejo de las heridas por proyectil disparado por arma de fuego en la sección de patología forense del departamento medicina legal del Poder Judicial, Costa Rica. *Medicina Legal de Costa Rica*, 30(2), 113-121. Retrieved March 15, 2021, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152013000200013&lng=en&tlng=es.
- Pinilla, G., Castro, I. & Amaya, C. (2018). Trauma craneoencefálico por proyectil de arma de fuego: revisión temática. *Revista Criminalidad*, 60 (2): 107-126. <http://www.scielo.org.co/pdf/crim/v60n2/1794-3108-crim-60-02-00107.pdf>
- Pradere Pensado, J. C., García Gómez, A., Padrón Valdés, F. & Coca Machado, J. L. (2016). Paciente con lesiones por balística terminal. *Revista Cubana de Cirugía*, 55(1) Recuperado en 15 de marzo de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932016000100008&lng=es&tlng=es.
- Robles, C. (2013). Historia de las armas de fuego (en línea). Estados Unidos, Scribd. Consultado 24 feb. 2018. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/138364377/Historia-de-Las-Armas-de-Fuego.pdf>
- Teme Lichi, C., Gómez, N., Matsumura Kichiro, Cabral, G., & Jara, J. (2020). Traumatismo cervical por arma de fuego en pediatría: propósito de un caso. *Pediatría (Asunción)*, 47(1), 39-43. Epub 00 de abril de 2020. <https://dx.doi.org/10.31698/ped.47012020007>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Morales Valdés, J. C., Bayona Santana, D. R., Villalonga Costa, L., Perdomo Pulido, Y., & Socorro Izquierdo, J. (2021). Traumatismo craneoencefálico secundario a heridas por arma de fuego atípica. Presentación de caso. *Anatomía Digital*, 4(3), 102-117. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1759>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Propuesta de intervención ante la práctica inadecuada de carga del material escolar.



Proposal for intervention against the inappropriate practice of loading school supplies.

Joanna de Armas Mestre.¹, Reynier Soria Pérez.², Dunia Justa Díaz Camellón.³,
Mayra Pérez Quintero.⁴ & Mayra Fariñas Pontigo.⁵

Recibido: 10-05-2021 / Revisado: 21-05-2021 / Aceptado: 07-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1760>

Abstract.

Background: Among the school predisposing factors for scoliosis and back pain is the way the school material is loaded and its weight. It is frequently observed that schoolchildren carry backpacks in an inappropriate way, due to the size, weight, way of carrying them that motivates an inadequate posture and gait and even back pain, constituting a problem with an impact on school health.

Resumen.

Introducción: Dentro de los factores escolares predisponentes de escoliosis y dolor de espalda se encuentra la forma de carga del material escolar y su peso. Se observa con frecuencia que los escolares cargan mochilas de modo inadecuado, tanto por el tamaño, peso, forma de portarla que motiva una postura y marcha inadecuada e incluso dolor de espalda constituyendo un problema de impacto en

¹ Hospital Dr. Julio M. Aristegui Villamil. Cárdenas, Cuba, jdearmas.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0003-1946-6495>

² Hospital Dr. Julio M. Aristegui Villamil. Cárdenas, Cuba, rsoria.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0002-3512-878X>

³ Policlínico Universitario José Antonio Echeverría. Cárdenas, Cuba, dunia.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0002-3480-8767>

⁴ Hospital Pediátrico Eliseo “Noel” Caamaño Álvarez. Matanzas, Cuba, mpquintero.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0003-4010-6486>

⁵ Hospital Dr. Julio M. Aristegui Villamil. Cárdenas, Cuba, htcdoc.mtz@infomed.sld.cu 
<https://orcid.org/0000-0003-3124-1205>

Objective: Know how to load school supplies and show the inappropriate use of the backpack. Make a proposal for intervention in Polytechnic Institutes (IP) of the municipality of Cárdenas. **Methods:** An observational and prospective research was carried out on the students of the IP Daniel Rivero, Cárdenas municipality, to whom a survey was applied and the way of loading the school material was examined. **Results:** The casuistry consisted of 1096 students, 547 female and 549 male. It was shown that the backpack is the most frequent way of loading school material with 1089 schoolchildren (99.4%). 57,3 % of schoolchildren use the backpack in an inappropriate way. Ignorance about the load of the material and the impact on the health (97, 4 %).

Keywords: back pain, scoliosis, backpack.

la salud escolar. **Objetivo:** Conocer el modo de carga del material escolar y mostrar la forma inadecuada del uso de la mochila. Realizar una propuesta de intervención en Institutos Politécnicos (IP) del municipio de Cárdenas. **Metodología:** Se realizó una investigación observacional y prospectiva de los estudiantes del IP Daniel Rivero, municipio Cárdenas, a los cuales se les aplicó una encuesta y se examinó la forma de carga del material escolar. **Resultados:** La casuística estuvo integrada por 1096 alumnos, 547 femeninas y 549 masculinos. Se mostró que la mochila es la forma más frecuente de carga del material escolar con 1089 escolares (99,4%). El 57.3% de los escolares utilizan la mochila de modo inadecuado. Predominó el desconocimiento sobre la carga del material y la repercusión sobre la salud (97,4 %).

Palabras claves: dolor de espalda, escoliosis, mochila.

Introducción.

Dentro de los factores escolares predisponentes de la escoliosis idiopática y los dolores de espalda se encuentra la forma de carga del material escolar y además su peso. En la mayoría de los casos los niños tienen que llevar en sus bolsos o mochilas una gran cantidad de libros, cuadernos, carpetas, lápices, entre otros, lo que provoca que carguen un peso excesivo sobre sus espaldas. (Tapia Escalante & Tapia Gómez, 2020) (Perera Díaz, 2008)

Las posibilidades de carga del material escolar son la maleta, la mochila (con uno o dos tirantes) y el bolso con rueditas (carrito). Llevar el material escolar sobre un solo miembro causa dolor de espalda o desviación del cuerpo hacia el lado de la carga de peso por tanto el uso de maleta como mochilas de un tirante y los carritos se considera inapropiado. (Koureas & Papazisis, 2007) (Orantes González & Heredia Jiménez, 2016)

Esta situación constituye un factor de riesgo de futuros problemas ortopédicos, si usan la mochila en un solo hombro, o con tiras muy cortas o muy largas, van a caminar inclinándose hacia un lado o bien hacia delante o atrás, según la carga del material escolar, incluyendo su exceso de peso. Tampoco los carritos son una buena opción, pues ladean y

rotan el cuerpo en su tracción, además son muy incómodos y hasta peligrosos para subir o bajar escaleras (sea a las aulas o los transportes). Lo importante es escoger la mochila adecuada. (Orantes González & Heredia Jiménez, 2016) (Tapia Escalante & Tapia Gómez, 2020)

Siguiendo la Ley de Julius Wolff y la regla de Hueter Volkmann, basadas en que el hueso es una estructura dinámica que responderá a las solicitudes de tensiones y fuerzas aplicadas sobre ella en la vida diaria durante un periodo de tiempo; es que se sabe que el hueso responde a estas fuerzas por medio de reabsorción y reconstrucción continua y activa, variando su arquitectura interna y provocando las deformidades óseas, como es el problema de la escoliosis, entre otros, es decir si se actúa sobre la columna de modo asimétrico, como es la carga del peso del material escolar, más sobre un lado que al otro, del lado de la concavidad la velocidad de crecimiento disminuye y del lado de la convexidad es mayor, dando, si el estímulo se mantiene un crecimiento asimétrico vertebral y por tanto, desarrollando una escoliosis o una desviación lateral de la columna vertebral de carácter permanente y con rotación de cuerpos vertebrales. (Tapia Escalante & Tapia Gómez, 2020) (Orantes González & Heredia Jiménez, 2016)

En la postura y la marcha se producen desde edades tempranas deformaciones motivadas fundamentalmente por la aparición de inadecuados hábitos, los que en ocasiones están influenciados por una limitada educación motriz y por tendencias imitativas de los niños. Es decir “la moda”, o sea influencia del medio que rodea al niño. (Amado Merchan, 2020) (Vásquez Romero, 2018)

Se observa con frecuencia a los escolares cargando mochilas de modo inadecuado, tanto por el tamaño, peso, forma de portar, como por las condiciones propias de las mismas y que motivan una postura y marcha inadecuada e incluso dolor de espalda constituyendo un problema de impacto en la salud del escolar, por todo lo anterior este trabajo tiene como **objetivo** dar a conocer el modo de carga del material escolar en un grupo de estudiantes de un IP, demostrar la forma inadecuada del uso de la mochila y a partir de esos resultados se realiza una propuesta de intervención a nivel de estas escuelas en el municipio.

Metodología.

Se realizó una investigación observacional de tipo descriptivo, prospectivo, de corte transversal y propuesta de intervención educativa. Se estudiaron a los estudiantes de la escuela Instituto Politécnico Daniel Rivero, municipio Cárdenas, que acudieron a clase el día 30 de noviembre del año 2020, a los cuales se les aplicó una encuesta(anexo1). Para ello se constituyó un equipo formado por todos los especialistas,1 residente y 2 alumnos de quinto año de Medicina. Fueron visitadas las aulas y examinado individualmente la forma de portar el material escolar y se les tomaron fotos previa autorización para mostrar las formas inadecuadas del uso de las mismas.

Con los datos obtenidos en el presente estudio se realizó un trabajo de intervención consistente en una charla educativa y la confección de un plegable con las

recomendaciones (anexo 2). Se tomó como criterio que la forma de carga del material escolar debe ser la mochila y regirse por su funcionabilidad y disponibilidad. Su armazón tiene que ser semiblando, anatómico y modificable. Debe tener dos tirantes anchos, para ambos hombros, acolchados y extensibles para adecuarlos al escolar, manteniendo la mochila alta y pegada en su parte superior. Su tamaño será igual o inferior al torso del niño o adolescente, para no sobrepasar la gravedad (segunda vértebra lumbar)

En la evaluación del uso adecuado se tomó como criterios que el peso del contenido no debe sobrepasar el 10% del peso del escolar, colocar los objetos más pesados al fondo y pegados a la espalda y el uso de los dos tirantes.

Consideraciones Éticas. Se le solicitó el consentimiento cumpliendo lo establecido en los principios de la bioética médica. Los resultados fueron presentados y expuestos en tablas y comparados con la bibliografía consultada al efecto, llegando a conclusiones.

Resultados.

En la tabla 1 se observa que la casuística estuvo integrada por 1096 alumnos de 1° a 4° año, 547 femeninas y 549 masculinos, distribuidos en 273 escolares de 1° año (24.9 %), 280 de 2° año (25.5%), 278 del 3° año (25.4 %) y 265 de 4° año (24,2%).

Tabla 1: Distribución de escolares según año de estudio y modo de carga del material escolar.

Año	Hembras		Varones		Total de alumnos	
	#	%	#	%	#	%
1ero	132	12	141	12,9	273	24.9
2do	129	11,8	151	13,7	280	25.5
3ero	140	12,8	138	12,6	278	25.4
4to	146	13,3	119	10,9	265	24.2
Total	547	49.9	549	50.1	1096	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se observó que hubo predominio del uso de la mochila como medio de carga del material escolar en todos los grados, 1089 escolares (99,4 %), de ellos fue más frecuente el uso de la mochila de dos tirantes en 628 escolares (57,4%).

El uso de la maleta solamente se encontró en 5 escolares (0,5 %), entre los alumnos de 1er año. En tanto el uso de maleta o carrito con ruedas fue en 2 estudiantes (0,2 %), también entre los alumnos del 1er año.

Tabla 2. Distribución de escolares según año de estudio y modo de carga del material escolar.

Año	Alumnos			Uso de maleta		Maleta/rueda		Mochila de 1 tirantes		Mochila de 2 tirantes	
	F	M	Total	#	%	#	%	#	%	#	%
1ero	132	141	273	5	0,5	2	0,2	9	0,8	257	23,4
2do	129	151	280	-	-	-	-	15	1,4	265	24,2
3ero	140	138	278	-	-	-	-	201	18,3	77	7
4to	146	119	265	-	-	-	-	236	21,5	29	2,6
Total	547	549	1096	5	0,5	2	0,2	461	42	628	57,4

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los escolares de todos los años desconocen como la carga del material escolar inadecuado en maletas o mochilas pueden provocar desviación de la columna vertebral o dolor con 933 escolares para un 85,1 %.

En la segunda pregunta se obtuvo mayor frecuencia del desconocimiento o sea respuesta negativa con 939 escolares para un 85.7 %.

La respuesta a la tercera pregunta muestra que 1067 escolares han presentado dolor de espalda y lo relacionan con el excesivo peso del material escolar y no con la forma de carga. Dentro de este grupo predominaron los escolares de 3er año con 272 (24,8 %).

Tabla 3: Distribución de respuestas del formulario aplicado.

Año	Can	Formulario/ Preguntas											
		Pregunta 1				Pregunta 2				Pregunta 3			
		si	%	no	%	si	%	no	%	si	%	no	%
1er	273	71	6,5	202	18,4	76	6,9	197	17,9	3	0,3	270	24,6
2do	280	13	1,2	267	24,4	11	1,0	269	24,5	12	1,1	268	24,5
3ro	278	45	4,1	233	21,2	39	3,6	239	21,8	6	0,5	272	24,8
4to	265	34	3,1	231	21,1	31	2,8	234	21,4	8	0,7	257	23,5
Total	1096	163	14,9	933	85,1	157	14,3	939	85,7	29	2,6	1067	97,4

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 muestra un predominio significativo del uso no adecuado de las mochilas con 628 escolares (57,3%) basado en el examen realizado a los escolares.

Se debe señalar que, a pesar de la política de promoción de salud a través de los medios de comunicación masivos, las charlas educativas en escuelas y la atención de los médicos

de higiene escolar aún persisten serias dificultades en relación a los factores escolares predisponentes de dolor de espalda y escoliosis.

Tabla 4: Distribución de escolares según clasificación del uso de la mochila.

Escolares	Adecuado	%	No adecuado	%
1096	468	42,70	628	57,30

Fuente: Elaboración propia

Generalmente los niños y adolescentes en edad escolar acuden a sus centros educacionales portando gran cantidad de material docente en sus equipajes, sea mochilas o maletas, indistintamente al sexo. Los resultados del presente coinciden con estudios donde los niños estudiados fueron 231 varones y 215 mujeres. El género fue un factor independiente para predecir los síntomas musculoesqueléticos en escolares. Las niñas tenían más probabilidades que los niños de padecer dolores de cuello, hombros y espalda baja, aunque no hubo diferencias significativas entre los sexos en cuanto a las variables de transporte escolar. (Tapia Escalante & Tapia Gómez, 2020) No siendo así otra investigación que plantea que la población no fue uniforme, porque hubo más niños/as, lo cual compromete la generalización de los resultados a estos últimos niños. (León Jara, 2019)

Se ha determinado que el peso de la mochila no debe ser superior al 10% de peso corporal, porque se aumenta la inestabilidad postural, causando dolor muscular y daño de estructuras ligamentosas que se encuentran alrededor de la columna vertebral (Janakiraman et al., 2019). Además, se afirmó que cuando la carga de la mochila es mayor que la capacidad de carga de los grupos musculares, hay una sobrecarga, causando dolor y disfunciones (de Paula, Silva, & Silva, 2015).

Se han realizado estudios enfocados en el dolor de espalda en adultos sin tomar en consideración que existe un porcentaje similar en niños y adolescentes. Este dolor en niños tiene una incidencia que oscila entre el 7 y 74 %, una prevalencia mundial entre 27 y 47 % en niños de 11 a 15 años y una prevalencia del 65 % en niños de 7 a 12 años, vinculado esto a la carga del material escolar. (León Jara, 2019) (Vázquez, 2017)

Los escolares diariamente usan una mochila o un carro escolar para transportar los libros y otros materiales escolares. Las recomendaciones en cuánto a peso de la mochila escolar oscilan entre el 10-20% del peso corporal del niño. Aunque estas recomendaciones no son siempre respetadas tal y como han mostrado estudios previos: entre el 40% y el 72% de los escolares suelen cargar mochilas más pesadas del 15%. Ante esta situación, el carro escolar surge como una alternativa a la mochila tradicional. (Vázquez, 2017)

En estudios realizados el carro era la opción elegida por entre el 31% y el 44% de los escolares. En un estudio reciente se ha obtenido que los escolares usuarios de carro escolar suponen un 53.8% frente a los que prefieren usar la mochila, por lo tanto, el carro se muestra como la opción más utilizada en el rango de edad de 6 a 12 años. (Rosado Ladera,

2018) Las ruedas que lleva implementadas el carro evitan que la carga a transportar recaiga sobre la espalda de los escolares, como ocurre en el caso de la mochila. Esto podría generar una percepción de seguridad y cuidado de la espalda que hace que el 57% de los padres de los escolares consideren el carro como una opción que requiere menos esfuerzo y les resulta más cómodo para sus hijos. En contra, el uso del carro escolar conlleva un esfuerzo asimétrico. Además, los usuarios de carro transportan entre un 6% y un 30% más peso que la mochila. Probablemente esta diferencia de peso se deba a la propia estructura del carro con las ruedas, que lo haga de por sí, más pesado que la mochila. (Orantes González & Heredia Jiménez, 2016)

Conseguir que el peso de la mochila no supere el 10% del peso total del alumno evita la sobrecarga de la columna vertebral y, por lo tanto, uno de los factores de riesgo de presentar patologías vertebrales. La literatura científica ha establecido que el transporte de mochilas que sobrepasen este límite del escolar provoca efectos negativos sobre la salud, tales como el incremento del gasto energético o la modificación exagerada de la postura natural. (Tapia Escalante & Tapia Gómez, 2020) (Bolado Estevan & Beltrán Navarro, 2009)

Conclusiones.

- Se aprecia una frecuencia significativa del uso de la mochila como modo de portar el material escolar. Se mostró el uso inadecuado de la mochila escolar, aunque es la forma adecuada de transportar los utensilios escolares debe regirse por su funcionalidad y seguridad. Los alumnos de todos los años entrevistados no disponen de conocimientos adecuados sobre el daño que puede provocar el uso inadecuado de las mochilas. Se debe aplicar un protocolo de intervención a nivel de las escuelas de nivel politécnico en el municipio.

Referencias bibliográficas.

- Amado Merchan, A. (2020). *Higiene postural y prevención del dolor de espalda en escolares*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de <https://www.npunto.es/revista/27/higiene-postural-y-prevencion-del-dolor-de-espalda-en-escolares>
- Bolado Estevan, J., & Beltrán Navarro, R. (2009). *Dolor de espalda o mochila: ¿hábitos saludables o actividad física?* Rivalta.
- Janakiraman, B., Ravichandran, H., Demeke, S., & Fasicca, S. (2019). *Reported influences of backpack loads on postural deviation among school children: A systematic review*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Journal of Education and Health Promotion: <https://doi.org/10.4103/jehp.jehp>
- Koureas, G., & Papazisis, Z. (2007). Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and

low back pain in school children and adolescents. *Spinal Disord Tech*, 17(1), 33-40.

León Jara, P. D. (2019). *Relación entre el uso de la mochila y dolor de espalda en niños y niñas de 9 a 11 años del quinto y sexto año de básica de la unidad educativa "Mariano Negrete*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/17081>

Orantes González, E., & Heredia Jiménez, J. (2016). *Mochila y carro escolar: análisis cinemático usando distintas cargas*. *Biomecánica*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de <https://revistes.upc.edu/index.php/SIBB/article/view/4870>

Perera Díaz, R. (2008). Las deformaciones posturales y la marcha en niños y niñas de primer y segundo grado de enseñanza primaria del municipio de Matanzas, Cuba. *Revista digital Buenos Aires*, 127.

Rosado Ladera, J. M. (2018). *Dolor cervical y su relación con los factores posturales en estudiantes de educación secundaria de una institución educativa de San Juan de Lurigancho*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Facultad de Ciencias de la Salud Tecnología Médica - Terapia Física y Rehabilitación: <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/651>

Tapia Escalante, H., & Tapia Gómez, H. (2020). *Estudio del peso de la mochila escolar y antropometría en niños de 3 a 9 años*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de *Rev Ergon Invest Desar*: http://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/2402

Vásquez Romero, C. (2018). *Análisis de riesgos posturales asociados al dolor de espalda en escolares y su prevención desde la higiene postural*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Universidad San Gregorio de Portoviejo: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/799>

Vázquez, M. (2017). *Dorsalgia asociado al transporte de mochilas en alumnos entre 6 y 12 años de escuelas primarias en Oberá misionero*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Instituto Privado Carlos Linneo: <http://repositorio.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASHfdd3.dir/TFI%20Vazquez%20Mariana.pdf>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

De Armas Mestre, J., Soria Pérez, R., Díaz Camellón, D. J., Pérez Quintero, M., & Fariñas Pontigo, M. (2021). Propuesta de intervención ante la práctica inadecuada de carga del material escolar. *Anatomía Digital*, 4(3), 118-126.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1760>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Psicosis en el embarazo y posparto, manejo actual. Revision bibliografica



*Psychosis in pregnancy and postpartum, current handling.
Bibliographical revision*

Diana Estefania Salazar Flores. ¹, Juan Carlos Salazar Flores. ², Paul Roberto Salazar Robalino. ³ & Johanna Estefanía Suquilanda Toapanta. ⁴

Recibido: 11-05-2021 / Revisado: 22-05-2021 / Aceptado: 08-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1792>

Abstract.

Introduction. Mental illness is a challenge for medicine, since the doctor must trust what the patient tells him since there are no visible signs to reach a diagnosis. The best therapeutic option is necessary to treat the psychiatric pathology around pregnancy without harming neither its development nor the woman's own health. In the same way, it is to be able to have management guidelines for women who develop psychosis in the puerperal period in order to maintain an adequate quality of life for

Resumen.

Introducción. La enfermedad mental en un desafío para la medicina, ya que el médico debe confiar en lo que le dice el paciente ya que no hay signos visibles para llegar a un diagnóstico. Es necesario la mejor opción terapéutica para tratar la patología psiquiátrica en torno a la gestación sin con ello perjudicar ni el desarrollo de la misma ni la salud propia de la mujer. De igual manera es poder tener directrices de manejo para las mujeres que desarrollan psicosis en el periodo puerperal en aras de mantener

¹ Medico General, Universidad Técnica de Ambato, Medico de consulta particular, Correo: diansalazar96@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-1206-8227>

² Medico Posgradista de Medicina Interna, Universidad UESS Samborondón, Clínica Guayaquil, Correo: juank8sf@yahoo.es,  <https://orcid.org/0000-0001-8079-0636>

³ Medico General, Universidad Técnica de Ambato, Hospital IESS Puyo, Correo: paulsr0988@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-5387-4057>

⁴ Estudiante de Medicina, Universidad Uniandes, Hospital General Ambato IESS, Correo: chocoley03_09@hotmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-1470-6277>

both the mother and the newborn and their families; An adequate and even more personalized management protocol has not been established for pregnant and postpartum patients who decline in their mental state, leading to the establishment of a psychiatric pathology that, without adequate follow-up, triggers a serious health problem. **The main objective** is to promptly recognize the different psychosis disorders during pregnancy and postpartum to be able to give their appropriate treatment, since in our environment it is very lightly taken by non-psychiatric professionals and thus initiate an awareness of general practitioners of the current problem of non-organic, but mental field of the patients. **The methodology** of this research work is carried out around bibliographic reviews in the medical literature on the psychiatric repercussion that occurs in certain pregnant women as well as in mothers in the immediate, mediate and late puerperal period. **Results.** Post-traumatic stress syndrome shows a prevalence of 1%, appears between 24 and 48 hours after a difficult delivery. Postpartum depression there is a prevalence of 50-70% or even 80% of births on the third day postpartum, but it does not usually exceed a week. Postpartum depression in 10-15% of women in the first 2-3 months after delivery. Postpartum psychosis occurs in about 1-2 per 1,000 births, although other authors determine 3 per 1,000.

Keywords: Pathology. Therapy. Gestation. Woman. Puerperal. Neonate

una adecuada calidad de vida tanto para la madre como para el neonato y sus familias; no se ha establecido un protocolo adecuado de manejo y más aún personalizado para aquellas pacientes gestantes y púerperas que declinan en su estado mental conllevando a establecer una patología psiquiátrica que sin un seguimiento adecuado desencadena en un grave problema de salud. **El objetivo principal** es reconocer con prontitud los diferentes trastornos de psicosis durante el embarazo y posparto poder dar su tratamiento adecuado, ya que en nuestro medio es muy tomado a la ligera por los profesionales no psiquiátricos e iniciar así una concientización a los médicos generales de la problemática actual de ámbito no orgánico, sino mental de los pacientes. **La metodología** del presente trabajo investigativo se realiza en torno a revisiones bibliográfica en la literatura médica sobre la repercusión psiquiátrica que se presenta en determinados gestantes así como en madres en periodo puerperal inmediato, mediato y tardío. **Resultados.** Síndrome de estrés postraumático muestra una prevalencia de 1 %, aparece entre las 24 y 48 horas después de un parto dificultoso. Depresión del puerperio hay una prevalencia de 50-70 % o incluso 80 % de los nacimientos al tercer día del posparto, pero no suele superar la semana. Depresión posparto entre 10-15 % de las mujeres en los 2- 3 primeros meses luego del parto. Psicosis posparto se presenta en alrededor de 1-2 por cada 1 000 nacimientos, aunque otros autores determinan 3 por cada 1 000.

Palabras claves: Patología. Terapéutica. Gestación. Mujer. Puerperal. Neonato

Introducción

El presente trabajo investigativo como revisión bibliográfica se ha instaurado con el fin de dar luces a un problema que, siendo muy frecuente en nuestro medio, no se ha establecido un protocolo adecuado de manejo y más aún personalizado para aquellas pacientes gestantes y púerperas que declinan en su estado mental conllevando a establecer una patología psiquiátrica que sin un seguimiento adecuado desencadena en un grave problema de salud.

Por ende, la problemática a resolver es la determinación fisiopatológica que desencadena en una gestante la aparición de eventos psicóticos que repercuten en un inadecuado control prenatal e inclusive con la pérdida del producto.

Desde los albores de la historia de la psiquiatría, se ha sabido que el nacimiento de un hijo puede acarrear complicaciones psiquiátricas. Es así como, desde los principios de la edad clásica, en Lorete (2018) se indica que Hipócrates en la antigüedad ya describió las enfermedades mentales graves que aparecían después del parto, a las que denominó "locura de las parturientas".

Desde los finales del siglo XVI y en el siglo XVII, los expertos alemanes en Rechtsmedizin (medicina legal) produjeron múltiples estudios sobre el escabroso tema del neonaticidio, tan prevalente en Europa durante varios siglos. En el año 1757 un médico inglés describió en los Proceedings of the Royal Society, obsesiones de infanticidio. Esta fue la primera mención de un grupo de trastornos de ansiedad que ahora incluyen la tocofobia, el pánico puerperal, fobia hacia el bebé, miedo patológico de muerte súbita del niño, dismorfofobia pre y postparto, el trastorno por estrés postraumático y el trastorno querulante (litigioso) que pueden ser consecuencia de un parto traumático. (Liji, 2019)

Pero es a partir del siglo XIX cuando las manifestaciones psíquicas unidas al puerperio se individualizan y en 1895, MARCE expone claramente el problema de la especificidad etiológica, clínica y evolutiva de las psicosis puerperales. (Moure, 1997)

Es importante saber el concepto de buena salud perinatal para prevenir alteraciones entre las buenas relaciones sociales, psicológicas, ambientales y biológicas. Es importante agendar la cita postparto antes de las seis semanas en mujeres que reflejen síntomas depresivos o psicóticos en el postparto inmediato para detección temprana de quienes cursan con una depresión de base, o presenten historia de depresión o psicosis postparto previa. Una hospitalización temprana es el manejo principal del paciente para asegurar su bienestar y el del neonato, además de tratamiento farmacológico con medicamentos antipsicóticos y terapia de cualquier trastorno subyacente. Aunque los episodios de psicosis durante el embarazo son raros, las mujeres con historial de esta condición tienen un mayor riesgo de reincidencia.

Un estudio encontró que el embarazo parece empeorar la salud mental de la madre con esquizofrenia. Algunas mujeres presentan negación psicótica del embarazo, síntoma que

de no ser abordado puede representar un factor de riesgo. En el postparto, estas mujeres pueden ser especialmente susceptibles a exacerbaciones agudas de la esquizofrenia. (Arrate, Molina, & Linares, 2016)

Por otro lado, un metaanálisis que contó con datos de 12 estudios que incluyeron a 700 sujetos con esquizofrenia y 835 sujetos en el grupo control, encontró asociaciones significativas entre el trastorno y la ruptura prematura de la membrana, edad gestacional menor a 37 semanas y uso de incubadora y resucitación. Otra investigación también encontró que tenían más riesgo de parto prematuro y, además, la esquizofrenia durante el embarazo se asociaba a bajo peso al nacer. (Bas, 2017)

En cuanto al tratamiento, la psicoeducación podría reducir el riesgo de complicaciones en el embarazo. Las terapias breves enfocadas también pueden ser útiles para algunas pacientes con dicha condición psicológica. Con respecto al tratamiento farmacológico, un estudio de dos casos de mujeres medicadas con clozapina para la esquizofrenia durante el embarazo no observó riesgos en el embarazo, parto, la salud de la madre ni del bebé.

Para Fonseca (2018) “La psicosis postparto suele presentarse luego de dos semanas del nacimiento, siendo delirios y alucinaciones junto con pensamiento desorganizado los síntomas pivotes que caracterizan el cuadro. Durante este trastorno también se pueden presentar otras alteraciones del estado de ánimo entre los que se encuentran: ansiedad, irritabilidad, agitación psicomotora y dificultad para conciliar el sueño no asociado al recién nacido. Existen otros trastornos psiquiátricos que con frecuencia se relaciona a la psicosis postparto”.

La psicosis posparto puede presentarse como un estado maníaco, depresivo o mixto entre los pacientes con trastorno bipolar. Las mujeres con trastorno bipolar tienen un alto riesgo de recidiva en el embarazo y después del parto, que puede presentarse como psicosis posparto. Las mujeres que dejan los medicamentos estabilizadores del ánimo antes o durante el embarazo pueden tener un mayor riesgo de psicosis posparto. Para las mujeres sin historia previa, un episodio psicótico después del parto puede ser la primera manifestación de un trastorno bipolar. (FonsecaVillanea, 2018)

La psicosis postparto requiere un reconocimiento temprano, con un manejo pluridisciplinario. Se debe tener claro que la psicosis puerperal es una urgencia psiquiátrica, pues compromete el pronóstico de madre-hijo, por el riesgo de agresión que presenta el trastorno.

Actualmente, se está desarrollando el concepto de psiquiatría perinatal que tiene como objetivo ayudar a las madres a prevenir lo más precozmente posible las alteraciones psiquiátricas posteriores al parto y garantizar un buen desarrollo mental del neonato. (FonsecaVillanea, 2018)

En la actualidad se sabe que alrededor del 50% de los episodios de depresión posparto comienza en realidad en el embarazo por lo cual; En 2013, la versión más reciente de la clasificación de enfermedades mentales de la Asociación Americana de Psiquiatría

(DSM-5), recogió estos avances y, en los criterios para Depresión Mayor, sustituyó el antiguo especificador “de comienzo en el posparto” por el especificador “con inicio en el periparto”. Esta denominación se puede utilizar para especificar que el episodio depresivo mayor se presentó durante el embarazo o en las cuatro semanas posteriores al parto. (Jadresic, 2017)

El desafío es enorme, pero podemos ser optimistas. La ignorancia, el pesimismo ya no se justifican. Estamos en una posición mucho más sólida para comprender lo que están padeciendo estas mujeres con trastornos y para intervenir eficazmente. Actualmente se puede hacer mucho para restablecer su salud mental plena. Todo esfuerzo que hagamos para mejorar el bienestar y el ánimo de las madres es una contribución a la vida de la familia y la salud de la generación siguiente. (Brockington I. , 2017)

Metodología

El presente trabajo investigativo se realiza en torno a revisiones bibliográfica en la literatura médica sobre la repercusión psiquiátrica que se presenta en determinados gestantes, así como en madres en periodo puerperal inmediato, mediano y tardío.

Tras la revisión bibliográfica, se analizaron varios artículos, entre los años 2016 hasta la actualidad, de los cuales nos enfocamos alrededor de 15 artículos por su pertinencia, los cuales muestran solilitud con el presente estudio. Se utilizaron para ello las bases de datos enfermeras Library, Medigrafic, Psiquiatria, Revista medica clinica Condes, psiquiatrifacmed, Revista Médica Sinergia, Pubmed, Dialnet, Cochrane y Scielo. y el metabuscador Google Académico.

Se realizo una revisión de las referencias en los artículos seleccionados.

Se hizo una búsqueda específica en referencia a cada base de datos, empleando la combinación de operadores booleanos de los siguientes terminos controlados: "Embarazo" (Pregnancy), "Posparto" (Postpartum period), "Trastornos psicóticos" (Psychotic disorders).

Se utilizaron criterios de inclusion como son: estudios que analizaran la etiología de la psicosis puerperal y ensayos clínicos controlados aleatorios que investigaran los efectos de las opciones de tratamiento donde esta incluida la atencion psicosocial estándar, fármacos antipsicóticos, terapia cognitivo conductual y manejo actual integral en mujeres gestantes y en periodo postparto con diagnósticos de trastornos psicóticos. Sin limitacion idiomática ni temporal.

Resultados y discusión

Se seleccionaron 7 artículos científicos para la presente revisión bibliográfica. En cuanto al diseño de los artículos hubo 5 artículos de revisión, dos de los cuales constan en la base de datos COCHRANE, 2 de MEDIGRAFIC, PERINATOLOGIA REPRODUCCION HUMANA, 1 revisión de la ASOCIACION GALLEGA DE PSIQUIATRIA , un caso clínico en MEDISAN, 1 revision tomada del portal BIBLIOPSIQUIS.

Factores predisponentes

Los trastornos del estado de ánimo del puerperio: tristeza postparto, depresión postparto y psicosis postparto tienen una alta prevalencia. Éstos afectan directamente la salud física y emocional de la madre, al igual que la del recién nacido y la pareja, produciendo inestabilidad en el entorno familiar y social de quien la padece. (Medina-Serdán, 2013)

De acuerdo a Arrete, Molina, Linares(2016), existen factores predisponentes que se pueden mencionar como:

Síndrome de estrés postraumático: Muestra una prevalencia de 1 % y aparece normalmente entre las 24 y 48 horas después de un parto dificultoso. Se presenta con ansiedad asociada con pesadillas e imágenes recurrentes de la experiencia vivida. Es un cuadro pasajero; escasas veces se cronifica. No necesita tratamiento específico.

Depresión del puerperio: Estado de ánimo melancólico, larvado, que puede pasar inadvertido. Se notifica una prevalencia de 50-70 % o incluso 80 % de los nacimientos. Comienza alrededor del tercer día del posparto, pero no suele superar la semana. Si se intensifican los síntomas o duran más de un mes, se debe valorar el riesgo de cronificación.

Depresión posparto: Afecta entre 10-15 % de las mujeres en los 2- 3 primeros meses luego del parto; resulta la complicación médica más habitual de este período. El cuadro sintomático es el típico de una depresión: sentimiento de culpa, trastornos del sueño, cambios de humor con gran tendencia a la tristeza y ausencia de síntomas psicóticos. Mejor pronóstico que las depresiones de otra causa, pero en casos graves requiere hospitalización. Entre otros factores de riesgo se citan: edad materna (menor de 20 años y mayor de 30), problemas psiquiátricos o psicológicos durante el embarazo, problemas psiquiátricos previos al embarazo, tensiones en la pareja durante el embarazo, acontecimientos desfavorables que generen ansiedad, vividos durante el puerperio.

Psicosis posparto: se puede confundir con una depresión; su rasgo diferencial es la presencia de síntomas típicamente psicóticos, como delirios o alucinaciones. La duración es variable y en algunos casos se requiere la hospitalización. Se presenta en alrededor de 1-2 por cada 1 000 nacimientos, aunque otros autores elevan esta cifra a 3 por cada 1 000. El cuadro clínico consiste en depresión e ideas delirantes que aparecen después del parto, así como otras características dadas por el rápido cambio de los síntomas, la labilidad de humor y, con frecuencia, los signos de confusión.

Los factores que aumentan el riesgo de psicosis posnatal incluyen madres primíparas solteras, mujeres mayores, o con antecedentes psiquiátricos previos y antecedentes familiares de psicosis afectiva, depresión prenatal y disfunción tiroidea autoinmune. (Adib, 2013)

Intervenciones preventivas para la psicosis posnatal

Ante la problemática establecida y estudiada en Latinoamérica se puede inferir que la misma es un problema en común denominador que hace referencia a la idiosincrasia de cada pueblo y la practica sanitaria. Desde luego que con ello se evidencia la repercusión en el núcleo familiar a través de no solamente el alto gasto para tratamiento medicamentoso y psicológico sino por el mismo hecho hay una repercusión directa a nivel social ante ausentismo laboral, bajo rendimiento laboral entre otros factores.

El periodo gestacional.

Durante el embarazo, y de forma fisiológica, aparecen en la mujer modificaciones afectivas debido a los cambios hormonales y a las expectativas vitales y las fantasías ante el nacimiento de un hijo. (Linares Despaigne, 2016)

Estos cambios son más aparentes en la primera gestación, aunque no son exclusivos de esta y pueden reproducirse en cierta medida en cada nueva maternidad. (Linares Despaigne, 2016)

Las cifras de riesgo de presentar un trastorno psiquiátrico durante el embarazo es, por año, de 7,1 cada 100 000 embarazadas. (Linares Despaigne, 2016)

El periodo puerperal.

La psicosis posnatal es una enfermedad global potencialmente mortal que afecta de una a dos de cada 1000 nuevas madres. Tiene una aparición abrupta dentro del mes posterior al parto. Las nuevas madres afectadas desarrollan rápidamente psicosis manifiesta, deterioro cognitivo y comportamientos desorganizados.

Se han descrito alrededor de 5000 casos de psicosis puerperal en la literatura mundial, aproximadamente 250, 5% han sido de etiología infecciosa. Una proporción de 7 a 9% se mantuvo estable hasta el descubrimiento de las sulfonamidas en 1936, desde entonces dicha cifra ha disminuido hasta que estas entidades casi se han olvidado. (Brockington I. , 2008)

El riesgo de una recurrencia posnatal futura es del 25% al 57%. Las intervenciones preventivas para la psicosis posnatal tienen como objetivo identificar a las pacientes con factores de riesgo, lograr el reconocimiento temprano de la psicosis inminente mediante el cribado, e incluyen el uso de tratamiento farmacológico preventivo. Los estabilizadores del estado de ánimo, los fármacos antipsicóticos y la terapia hormonal pueden tener efectos beneficiosos en la prevención de los episodios psicóticos posnatales en las pacientes con riesgo. (Adib, 2013)

La mayoría de las psicosis del posparto son psicosis afectivas, revestidas en el 20% de los casos aproximadamente, de unas conductas de desorganización de la conciencia y de fluctuaciones del humor agudas y rápidas que debutan bruscamente en las primeras semanas del posparto. (Moure, 1997)

Manejo psicológico y psiquiátrico.

La morbilidad causada por la depresión puerperal es enorme. Varias intervenciones psicológicas y psicosociales parecieron ser efectivas para tratar este trastorno, aunque ninguna mostró un beneficio claro para prevenir el desarrollo de la depresión puerperal. Sin embargo, hasta ahora no se ha evaluado la efectividad de la hipnosis en relación con este trastorno. (Sado, 2012)

La litoterapia no debe ser iniciada según Stewart antes del parto, por los posibles efectos secundarios en el recién nacido (hipotonía, cianosis, letargia...). Este tratamiento con litio necesita una vigilancia intensa de las litemias, por el riesgo de sobredosis unida a las modificaciones electrolíticas del posparto. (Moure, 1997)

Brew y Seidemberg recomiendan no utilizar la terapia electroconvulsiva hasta después de las 4 semanas del parto, para evitar complicaciones como la movilización de un émbolo a partir de una tromboflebitis no diagnosticada (Moure, 1997)

Este tipo de trastornos requiere una estrategia terapéutica para controlar de un modo integral varios aspectos, como los síntomas maternos, por un lado, mediante el uso de técnicas psicológicas, apoyadas, según lo requiera el caso, con medicación psicótropa, como los neurolépticos, junto con benzodiazepinas o antidepresivos si existe un mayor componente ansioso o depresivo. (Linares Despaigne, 2016)

Pronostico

El pronóstico es generalmente favorable con una curación en el 70 a 80% de los casos. Los estudios de larga duración indican que de un 10 a un 15% de las psicosis puerperales evolucionan hacia una esquizofrenia crónica. (Moure, 1997)

Conclusiones

- Los trastornos psiquiátricos en el embarazo son tan frecuentes como 1-2 de cada 1000 nuevas madres y distribuido a nivel mundial
- Existe un alto riesgo de recurrencia en la presentación de psicosis en embarazos posteriores de hasta 57%
- Hasta un 20% de las psicosis en el embarazo tienen como etiología conductas de desorganización de conciencia
- Los diagnósticos diferenciales hacia la psicosis posparto se los tiene con tristeza y depresión puerperales siendo el primero motivo de seguimiento hospitalario y motivo de tratamiento psico- farmacológico más complejo
- Se ha asociado hasta un 5% de etiología infecciosa durante el parto para el apareamiento de trastorno psiquiátrico.

Referencias bibliográficas

Moure, R. (1997). LAS PSICOSIS PUERPERALES . ASOCIACION GALLEGA DE PSIQUIATRIA .

- Medina-Serdán, E. (2013). Diferencias entre la depresión postparto, la psicosis postparto y la tristeza postparto. *PERINATOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN HUMANA*, 185-193.
- Adib, E. e. (2013). Intervenciones preventivas para la psicosis posnatal. *Cochrane Library*.
- Sado, M. e. (2012). Hipnosis durante el embarazo, el parto y el periodo posnatal para prevenir la depresión puerperal. *Cochrane Library*.
- Brockington, I. (2008). La importancia actual de las psicosis organicas durante el embarazo, parto y puerperio . *PERINATOLOGIA, REPRODUCCION HUMANA*, 36-46.
- Jadresic, E. (2017). *DEPRESIÓN POSPARTO EN EL CONTEXTO DEL HOSPITAL GENERAL*. *Revista médica Clínica Las Condes*, 28(6), 874–880. doi:10.1016/j.rmclc.2017.10.007
- Bas, I. (23 de 03 de 2017). *Psicosis Puerperales (2017)*. Obtenido de https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/265/bas_isaia_sr.pdf?sequence=1
- Brockington, I. (12 de 02 de 2017). *La importancia actual de la psicosis organicas durante el embarazo, parto, puerperio (2017)*. Obtenido de *Revista Perinatal de Reproduccion Humana*: <https://www.inper.mx/descargas/pdf/ImportanciaActualdelapsicosisOrgasmicasDuranteel.pdf>
- Liji, T. (19 de 02 de 2019). *Psicosis postparto/postnatal (2019)*. Obtenido de *News Medical Life Sciences*: [https://www.news-medical.net/health/Postpartum-Postnatal-Psychosis-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Postpartum-Postnatal-Psychosis-(Spanish).aspx)
- Lorete, G. (01 de 05 de 2018). *CONOCER LA DEPRESIÓN Y LA PSICOSIS EN EL EMBARAZO Y PUERPERIO*. Obtenido de *Congreso Internacional de Salud Mental*: <https://psiquiatria.com/congresos/pdf/3-3-2017-4-pon2.pdf>
- Hernández, R. (2020). *Psicosis postparto: a propósito de un caso*. *Psiquiatria*, 24, 1137–3148. doi:http://psiqui.com/1-10496
- FonsecaVillanea, C. (2018). *PSICOSIS POSTPARTO*. *Revista Médica Sinergia*, 3(8), 7–12. Recuperado de <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/134/338>
- Arrate, M., Molina, V., & Linares, M. (2016). *Tratamiento ambulatorio en una paciente con psicosis puerperal*. *MEDISAN*, 20(11), 2390. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v20n11/san102011.pdf>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Salazar Flores, D. E., Salazar Flores, J. C., Salazar Robalino, P. R., & Suquilanda Toapanta, J. E. (2021). Psicosis en el embarazo y posparto, manejo actual. Revisión bibliográfica. *Anatomía Digital*, 4(3), 127-136.
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1792>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Pancreatitis Aguda en COVID 19 caso clínico y revisión de la literatura.



Acute pancreatitis in COVID 19 clinical case and literature review.

María José Pinos Cedeño.¹, Gloria Estefanía Aguiar Flores.², Galo Iván Adriano Pérez.³
& María Eugenia Layedra Ajila.⁴

Recibido: 03-08-2021 / Revisado: 12-08-2021 / Aceptado: 14-08-2021/ Publicado: 17-08-2021

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1826>

Abstract.

Introduction: In 2019, a new coronavirus was identified as the cause of the outbreak of a disease that originated in China. This virus is known as severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2 (SARS-CoV-2). In March 2020, the Organización Mundial de la Salud (OMS) declared the COVID-19 outbreak as a pandemic. Although the severity of the infection is determined above all by the appearance of

Resumen.

Introducción: En 2019 se identificó un nuevo coronavirus como la causa del brote de una enfermedad que se originó en China. Este virus se conoce como el coronavirus tipo 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2). En marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote de la COVID-19 como pandemia. Aunque la gravedad de la infección es

¹ Médico Especialista en Medicina Interna y General por la Universidad Central del Ecuador (Quito/Pichincha). Médico Internista del Hospital Docente Ambato. Médico Docente de la Universidad Técnica Ambato. Correo: mj.pinos@uta.edu.ec.  <https://orcid.org/0000-0002-1146-6784>.

² Médico General por la Universidad Autónoma de los Andes (Ambato/Tungurahua). Residente del Hospital Docente Ambato. Correo: aguiarfloresgloriaestefania@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-0679-1734>

³ Médico General por la Universidad Nacional de Chimborazo (Riobamba/Chimborazo). Residente del Hospital Docente Ambato. Correo: gap_1medicine@hotmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-1588-6073>

⁴ Médico General por la Universidad Nacional de Chimborazo (Riobamba/Chimborazo). Residente del Hospital Docente Ambato. Correo: eugenialayedra@hotmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-7377-0546>

severe pneumonia and acute respiratory failure, affectations in different apparatuses and systems have also been described. At the level of the digestive system, diarrhea, vomiting, and abdominal pain are frequent. Acute pancreatitis is a reversible inflammatory process, which results from the activation of digestive enzymes released by this gland. This pathological entity is associated with multiples etiologies; therefore, some studies have reported a possible pancreatic injury associated with SARS-CoV2 infection due to a direct cytopathic effect of the virus or subsequent to the systematic inflammatory response. **Objective:** To determine the pancreatic manifestations of COVID 19, which is essential to aid in the diagnosis and guide towards the prognosis of this pathology. **Methodology:** In this article we discuss a case of acute pancreatitis that could be related to COVID 19 infection, and a systematic search of current and relevant bibliography related to the subject is carried out. **Results:** The pancreatic manifestations of SARS-CoV2 are not so common, however the simultaneous presence of both entities has been associated with higher hospital mortality. **Conclusion:** There is little evidence of scientific rigor at a real level to determine COVID 19 as a direct causal factor of Acute Pancreatitis, it requires more multicenter and higher impact studies.

Keywords: Enzymes, pancreatitis, pneumonia, gland, pandemic, coronavirus, syndrome.

determinada sobre todo por la aparición de neumonía grave e insuficiencia respiratoria aguda, se han descrito además afectaciones en distintos aparatos y sistemas. A nivel del aparato digestivo son frecuentes la aparición de diarrea, vómitos y dolor abdominal. La pancreatitis aguda es un proceso inflamatorio reversible, el cual resulta de la activación de enzimas digestivas liberadas por esta glándula. Esta entidad patológica está asociada con múltiples etiologías, por lo que algunos estudios han reportado una posible lesión pancreática asociada a la infección por SARS-CoV-2 debido a un efecto citopático directo del virus o posterior a la respuesta inflamatoria sistémica. **Objetivo:** Determinar las manifestaciones pancreáticas del COVID 19, lo que es fundamental para ayudar al diagnóstico y orientar hacia el pronóstico de esta patología. **Metodología:** En el presente artículo comentamos un caso de pancreatitis aguda que podría estar relacionado con la infección por COVID 19, además se realiza una búsqueda sistemática de bibliografía actual y relevante relacionada con el tema. **Resultados:** Las manifestaciones pancreáticas del SARS-CoV2 no son tan comunes, sin embargo, la presencia simultánea de ambas entidades se ha asociado a una mayor mortalidad hospitalaria. **Conclusión:** Se dispone de escasa evidencia de rigor científico a nivel real para determinar al COVID 19 como factor directo causal de Pancreatitis Aguda, se requiere de mayores estudios multicéntricos y de mayor impacto.

Palabras claves: Enzimas, pancreatitis, neumonía, glándula, pandemia, coronavirus, síndrome.

Introducción.

A finales del año 2019 emergió en Wuhan China un nuevo coronavirus, expandiéndose rápidamente en varios países, así en marzo del 2020 la Organización Mundial de la Salud (ONU) declaró esta enfermedad como pandemia, la misma no solo ha conllevado a una mayor mortalidad y morbilidad en la población, sino al establecimiento de una crisis sanitaria que hasta fecha actual nos aqueja (Akarsu et al., 2020) (Pribadi & Simadibrata, 2021).

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID 19) comúnmente se manifiesta con síntomas pulmonares como tos, disnea, fiebre; también, aunque en menor frecuencia pueden presentarse síntomas gastrointestinales como: diarrea, náusea, vómito y dolor abdominal (Kandasamy, 2020) (Aloysius et al., 2020).

La mayoría de publicaciones se centra en las manifestaciones del COVID 19 a nivel del pulmón, hígado, riñones y sistema digestivo, hablándose muy poco de las complicaciones pancreáticas (Akarsu et al., 2020). Además, hay otros sistemas y órganos comprometidos como la piel, ojos, sistema nervioso, hematológico, cardiovascular, etc. (Pribadi & Simadibrata, 2021) (Jayanta et al., 2020).

La pancreatitis aguda es una enfermedad frecuente que requiere manejo hospitalario, con una incidencia anual de 4.9-35 por 100000 individuos; en otro contexto el COVID 19 ha afectado a millones de personas a nivel mundial, se ha visto en algunos pacientes con la enfermedad manifestaciones extrapulmonares y dentro de estas la pancreatitis, como complicación de la infección viral (De-Madaria & Capurso, 2021) (Dirweesh et al., 2020).

Desde el apareamiento de la actual pandemia provocada por el Síndrome Respiratorio Agudo Severo por coronavirus 2 (SARS CoV 2) hay escasos estudios que proponen una asociación entre la infección por este virus y la pancreatitis, se propone un mecanismo citopático directo y también como consecuencia de la respuesta inflamatoria sistémica amplia producida por el mismo, la inflamación y el edema causa destrucción de las células de los acinos pancreáticos (Dirweesh et al., 2020) (Hadi et al., 2020).

Dentro de la fisiopatología para la presencia de estas manifestaciones intestinales, está la alta expresión de receptores de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) y una proteína serina transmembrana 2 (TMPRSS2) en estos tejidos, que forman parte clave en el mecanismo de entrada viral, existe evidencia de aislamiento del virus en heces. Los ductos pancreáticos, los acinos e islotes también tienen alta expresión de ACE2, incluso mayor que las células epiteliales pulmonares, por ende, es factible determinar una vía de contagio intestinal (duodeno) y por cercanía al tejido pancreático. COVID 19 puede provocar además endotelitis y micro isquemia en el páncreas (De-Madaria & Capurso, 2021) (Jayanta et al., 2020).

La pancreatitis como complicación de COVID 19 es rara, en un estudio que comprendió 63000 pacientes, su prevalencia fue del 0.07%. Respecto a la temporalidad de cuando se presentan los cuadros de pancreatitis aguda en los pacientes con COVID 19, se ha notado

que estos pueden tener dolor abdominal al inicio de la infección y otros cuando ya está establecido el diagnóstico del COVID 19; existe evidencias contradictorias entre la correlación de los cuadros de neumonía severa y la mayor predisposición de los pacientes a desarrollar pancreatitis, o a su vez determinar si la pancreatitis aguda puede desencadenar que los pacientes tengan un cuadro respiratorio más grave. El receptor ACE2 pancreático se ha asociado también al desarrollo de Diabetes tipo 2 e hiperglicemia (De-Madaria & Capurso, 2021) (Akarsu et al., 2020).

Para el diagnóstico de pancreatitis aguda se requiere de dos de los siguientes criterios de acuerdo a la clasificación de Atlanta: dolor abdominal concordante con pancreatitis (agudo, severo, persistente y de localización en epigastrio) elevación de las enzimas pancreáticas más de 3 veces el límite superior de la normalidad, o hallazgos característicos en estudios de imagen (Szatmary et al., 2020).

La pancreatitis se clasifica de acuerdo a su severidad en los siguientes estadios:

Leve: sin fallo orgánico o complicaciones locales o sistémicas; Moderadamente severa: Fallo de órganos que se resuelve en 48 h; Severa: Fallo orgánico persistente, mayor a 48 h.

Metodología.

Se realizó la recolección de los datos directamente de la historia clínica del paciente con el debido consentimiento informado, respetando los aspectos de confidencialidad, el individuo fue admitido en Sala de Aislamiento Respiratorio con diagnóstico de Neumonía por COVID 19, lo cual se confirmó con un test positivo de reacción de cadena de polimerasa (PCR) para SARS CoV 2 en hisopado nasofaríngeo y que además cumpla con los criterios diagnósticos de pancreatitis propuestos en consenso de Atlanta. Adicional a ello se llevó a cabo una búsqueda sistemática de artículos de relevancia en PubMed, Medline, Google Scholar usando los siguientes términos: Severe Acute Respiratory Syndrome, coronavirus 2, COVID-19, SARS-CoV-2” y páncreas, pancreatitis, hyperamylasaemia. La mayoría constituyeron revisiones y estudio de series de casos; se tomó en cuenta estudios desarrollados a partir del año 2019, que es cuando comenzó esta nueva enfermedad.

Caso Clínico:

A continuación, se expone el caso de un paciente con diagnóstico confirmado de Neumonía por COVID 19 por PCR, y que cumple con el criterio clínico y de laboratorio para pancreatitis aguda:

Paciente masculino de 55 años, sin antecedentes de alcoholismo, no drogas, no refiere antecedentes patológicos clínicos ni quirúrgicos previos a hospitalización, ingresa el 21/07/2021 a el área de aislamiento COVID 19 por presentar 5 días posterior a recibir vacuna Pfizer para COVID 19 (1ra dosis), síntomas respiratorios: odinofagia, tos seca, alza térmica no cuantificada, malestar general y astenia, con antelación acude a medico particular quien prescribe salmeterol, fluticasona inhalada, dexametasona, enoxaparina,

ácido ascórbico. Cuadro no mejora, se realiza tomografía de tórax con hallazgos sugestivos de COVID 19, se realiza además antígeno en hisopado nasofaríngeo, que se reporta como positivo.

Al cuadro anterior se suma disnea de medianos esfuerzos y acude a esta casa de salud, los signos vitales de ingreso: presión arterial: 164/84 mm Hg, frecuencia cardíaca: 83 latidos por minuto, frecuencia respiratoria: 36 respiraciones por minuto, saturación de oxígeno: 89% con FIO₂: 60% con mascarilla de alto flujo, durante su hospitalización paciente presenta elevación de enzimas pancreáticas y dolor abdominal en hipocondrio izquierdo a la palpación profunda y elevación leve de azoados.

Tac de tórax 16/07/21: focos múltiples de infiltrado intersticial en patrón de vidrio deslustrado de localización subpleural lateral y posterior bilateral en relación a neumonitis con afectación pulmonar moderada 30-50%. CORADS 5.

Informe de tomografía abdominal de imagenología no reporta alteraciones a nivel de páncreas, Eco abdominal sin lesiones obstructivas de vías biliares, no litiasis, ni dilataciones.

Exámenes de laboratorio:

21/07/21	Glóbulos blancos: 5280, Hemoglobina 17.6, Hematocrito: 52.5 Plaquetas:330000, Neutrofilos:75, Linfocitos: 19.2, sodio: 141, potasio: 4.8, cloro:100, glucosa: 149, urea:60, creatinina:1.3, TGO: 61, TGP:32, fosfatasa alcalina: 896, amilasa:187, lipasa:160
23/7/21	Bilirrubinas totales: 0,49, TGO: 33, TGP: 26, amilasa: 275 lipasa: 222,4
26/07/2021	Leucocitos: 11720, neutrófilos: 91%, linfocitos 5.3%, hemoglobina 16.1, hematocrito; 46, plaquetas: 437000, bilirrubina directa 0.52, TGO: 61, TGP 57, fosfatasa alcalina: 205, amilasa:163, lipasa:146
27/07/2021	Trigliceridos: 238
28/07/2021	Bilirrubina total: 0.52 mg/dl, bilirrubina directa:031 mg/dl, Bilirrubina indirecta: 0.21 mg/dl, Gamma GT: 271 U/L, Fosfatasa alcalina: 146 U/L
30/07/2021	Calcio: 8.15 mg/dl
01/08/2021	VIH Y VDRL: No reactivo PCR SARSCoV2 POSITIVO Bilirrubina Total:1.31 mg/dl, Bilirrubina Directa: 0.96 mg/dl, Bilirrubina Indirecta 0.35 mg/dl AST - TGO 22 U/l, ALT TGP: 64 U/l, Amilasa: 247 U/l, Lipasa: 270.1 U/l

Paciente permanece en área de Aislamiento respiratorio por 6 días, luego ingresa a Unidad de Cuidados Intensivos por SDRA grave con necesidad de ventilación mecánica invasiva (por 8 días), requirió uso de vasopresor por shock séptico, para lo que fue cubierto empíricamente con Ampicilina Sulbactam , reportes subsecuentes denotan Stafilococo warneri en un Hemocultivo por lo que recibe terapia dirigida con Vancomicina, el

paciente presenta evolución favorable con disminución de requerimientos de oxígeno y hemodinamia estable, reingresa a área de aislamiento el 06/10/2021, con retiro progresivo de oxígeno suplementario se da el alta satisfactoriamente luego de 26 días de hospitalización.

Discusión.

Los pacientes con COVID 19 pueden presentar complicaciones graves que pueden provocar elevación de las enzimas pancreáticas como: acidosis, falla renal y diabetes; por otro lado la limitación que existe de realizar estudios diagnósticos etiológicos en estos pacientes por el riesgo de contagio, es un traspies para llegar a filiar la etiología final de las pancreatitis en estos casos, hay que recordar que microlitiasis es un causante importante de pancreatitis catalogadas como idiopáticas (De-Madaria & Capurso, 2021). La asociación española de gastroenterología, considera que realizar Endoscopia Digestiva Alta (EDA) y Colangiopancreatografía Retrógrada Endoscópica (CPRE) son procedimientos que conllevan alto riesgo de contagio, mientras que las Colonoscopías y Ecoendoscopías bajas determinan un riesgo intermedio de transmisión (Patel et al., 2020).

De acuerdo a una serie de 52 pacientes en un estudio de Wang, el 17% de ellos tuvieron elevación de las enzimas pancreáticas sin otros criterios para pancreatitis aguda, es decir, no toda amilasemia o hiperlipasemia significa injuria pancreática. La amilasa se produce en el páncreas y las glándulas salivales, en un reporte se aisló el virus en las glándulas salivales de pacientes con infección por SARS CoV 2; otras condiciones que pueden causar aumento de la amilasa en sangre son: el alcoholismo, acidosis láctica, anorexia nerviosa, tumores, infartos o perforaciones intestinales etc. La diarrea produce como efecto compensatorio absorción de amilasa y lipasa desde el intestino, además como la amilasa y lipasa se eliminan a nivel renal, estados en los que haya una injuria renal promoverán su elevación sérica (Pribadi & Simadibrata, 2021). La lipasa es más específica que la amilasa, no obstante, también se eleva en enfermedades críticas y con el uso de corticoides que incidentalmente son condiciones frecuentes en el paciente con COVID 19 hospitalizado (Jayanta et al., 2020). Un metaanálisis determinó que la hiperamilasemia en los pacientes COVID 19 conducía a un aumento de la mortalidad, necesidad de unidad de cuidados intensivos (UTI) y probabilidad de requerir ventilación mecánica (Goyal et al., 1967).

Si bien las causas más comunes de pancreatitis aguda son: cálculos de la vía biliar, antecedente de consumo de alcohol, enfermedades metabólicas (hipertrigliceridemia, hipercalcemia) o autoinmunes, hipotensión; el historial clínico del paciente no mostró ninguno de estos antecedentes, ni los estudios de extensión realizados; algunos autores mencionan que también el tratamiento con glucocorticoides puede ser origen de elevación de las enzimas pancreáticas, sin embargo esto no está del todo probado. En el contexto del paciente, determinamos que, en sí, la principal etiología sospechosa es el propio COVID 19 vs origen medicamentoso (paciente recibió tratamiento con dexametasona previo a hospitalización) (Shinohara et al., 2020) (Hadi et al., 2020). Aproximadamente el 10% de las pancreatitis agudas son causadas por infecciones, en su mayoría virales

(coxsackievirus, citomegalovirus, herpes, hepatitis, VIH, Influenza AH1N1, Epstein Barr), las pancreatitis medicamentosas son mucho más infrecuentes con una incidencia del 5% (Brikman et al., 2020) (Kandasamy, 2020) (Aloysius et al., 2020).

La persistencia durante la hospitalización de enzimas pancreáticas elevadas se justificaría en el contexto de la hipotensión presentada, además de ser un paciente críticamente enfermo que requirió su manejo en UTI, si bien los estudios de imagen realizados en la institución no mostraron litiasis como etiología de la pancreatitis o algún otro proceso obstructivo de la vía biliar, la limitación para realizar otros estudios diagnósticos en el paciente es un condicionante importante para tener un diagnóstico causal final. Se descartó otras causas de pancreatitis como: virales, electrolíticas e hipertrigliceridemia en el paciente en cuestión.

La obesidad causa aumento de la grasa pancreática, durante el desarrollo de pancreatitis aguda además de liberarse enzimas pancreáticas también lo hacen los ácidos grasos no saturados y esto perdura la necrosis, predisponiendo al fallo multiorgánico; los receptores ACE2 se expresan también en la grasa pancreática, de manera que un paciente obeso tendrá mayor proporción de receptores y consecuentemente un acople con la proteína S del virus SARS CoV2. Estos ácidos grasos tienen gran afinidad por el calcio y la albúmina siendo un factor para presentar hipoalbuminemia e hipocalcemia; tanto la pancreatitis aguda como la infección por COVID 19 comparten vías inflamatorias comunes, en donde tenemos niveles elevados de IL6, IL8 y IL10 (Jayanta et al., 2020) (Hegyi et al., 2020).

En general podemos resumir que el daño al páncreas exocrino y endocrino tiene múltiples mecanismos fisiopatológicos en los que están: injuria directa del virus a través de los receptores de ACE2 tanto al tejido exocrino como a los islotes, el COVID 19 severo provoca inflamación sistémica e injuria pancreática, daño producido por citocinas pro-inflamatorias (interleucina 1B, proteína quimio-atrayente de monocitos, etc.), lipotoxicidad mediada por el virus, lesión pancreática inducida por drogas (AINES, corticoide). Incluso con tocilizumab hay reportes de casos de pancreatitis inducida por hipertrigliceridemia (Jayanta et al., 2020). Es frecuente que los pacientes con COVID 19 tomen antipiréticos lo cual también podría ser un factor predisponente para el desarrollo de injuria pancreática (Patel et al., 2020).

Hay estudios que indican que la asociación entre COVID 19 y pancreatitis aguda se relacionan con una mayor mortalidad y morbilidad intrahospitalaria; mayor índice de falla multiorgánica; niveles más altos de proteína C reactiva (PCR), ferritina, nitrógeno ureico y creatinina; más días de estancia hospitalaria; requerimientos de oxígeno y necesidad de internación en cuidados intensivos (Dirweesh et al., 2020) (Akarsu et al., 2020).

En un estudio que aplico el score de Charlson entre dos grupos que tenían neumonía por COVID 19, uno con pancreatitis y el otro sin pancreatitis, el análisis de datos no mostró valores diferenciales tan amplios, sugiriendo que la presencia de pancreatitis es un factor independiente que aumentan la mortalidad en los pacientes con COVID 19 dejando aparte comorbilidades (Akarsu et al., 2020).

En los pacientes que tiene solamente pancreatitis la mortalidad es dependiente en su mayoría del desarrollo de falla multiorgánica, en un paciente en que además de esto, se suma el SARS CoV 2 se perpetua una mayor respuesta inmune por la gran inflamación sistémica y tormenta de citocinas propia de la enfermedad, explicando la mayor mortalidad en este subgrupo (Akarsu et al., 2020).

En el estudio COVID PAN multicéntrico que incluyó 1777 pacientes, la infección por SARS CoV 2 y a su vez la presencia de pancreatitis aguda se vio en el 8.3% de los casos, siendo la mayoría hombres, la asociación de ambas entidades se relacionó con mayor grado de severidad de la pancreatitis (22.6% vs 6.3%) y mayor riesgo de presentar Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) (13.6% vs 4%) (Pandanaboyana et al., 2021).

El motivo por el que los pacientes que a su vez tienen ambas enfermedades (Infección por SARS CoV 2 y Pancreatitis Aguda) tienen un cuadro pancreático más severo, es por la gran expresión de receptores ACE2 en el páncreas, lo cual significativamente aumentaría la carga viral; los neutrófilos también juegan un papel importante en la fisiopatología, ellos generan trampas extracelulares (NET), se ha comprobado que los pacientes con infección por COVID 19 en especial los graves tienen una sobreexpresión de estas NET lo que conlleva a una respuesta inmune exagerada. Otros factores que contribuyen a peores desenlaces en estos pacientes son las complicaciones tromboticas y coagulopatía propia del COVID 19 (Pandanaboyana et al., 2021).

Conclusiones.

- A pesar de que está determinado que hay base fisiopatológica en el COVID 19 que podría inducir una injuria pancreática, no hay una evidencia sólida fuerte como factor etiológico de la pancreatitis aguda; faltan mayores estudios epidemiológicos e internacionales, probablemente analizar autopsias de pacientes con ambas enfermedades podrán ayudarnos a dilucidar esta relación.
- Los hallazgos de una elevación de las enzimas pancreáticas por sí solas no constituyen el diagnóstico de pancreatitis, sin una correlación clínico- radiológica concomitante
- Debido a que en la actualidad aún estamos con cifras elevadas de contagio por el SARS CoV 2, es importante conocer todo el espectro que puede tener esta enfermedad, incluyendo complicaciones no tan frecuentes como la Pancreatitis Aguda, siendo que la conjunción de ambas patologías acarrea una mayor mortalidad y peores desenlaces en los pacientes como probabilidad de requerir UTI, mayores días de estancia hospitalarias, etc; y esto se traduce en mayores costos sanitarios.

Referencias Bibliográficas.

Akarsu, C., Karabulut, M., Aydin, H., Sahbaz, N. A., Dural, A. C., Yegul, D., Peker, K. D., Ferahman, S., Bulut, S., Dönmez, T., Asar, S., Yasar, K. K., & Adas, G. T.

- (2020). Association between Acute Pancreatitis and COVID-19: Could Pancreatitis Be the Missing Piece of the Puzzle about Increased Mortality Rates? *Journal of Investigative Surgery*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1080/08941939.2020.1833263>
- Aloysius, M. M., Thatti, A., Gupta, A., Sharma, N., Bansal, P., & Goyal, H. (2020). COVID-19 presenting as acute pancreatitis. *Pancreatology*, 20(5), 1026–1027. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.05.003>
- Brikman, S., Denysova, V., Menzal, H., & Dori, G. (2020). Acute pancreatitis in a 61-year-old man with COVID-19. *Cmaj*, 192(30), E858–E859. <https://doi.org/10.1503/cmaj.201029>
- De-Madaria, E., & Capurso, G. (2021). COVID-19 and acute pancreatitis: examining the causality. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 18(1), 3–4. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00389-y>
- Dirweesh, A., Yiting, L., Trikudanathan, G., Mallery, J. S., Freeman, M. L., & Amateau, S. K. (2020). Clinical Outcomes of Acute Pancreatitis in Patients With Coronavirus Disease 2019. *Gastroenterology*, 159(5), 1972–1974. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.07.038>
- Goyal, H., Sachdeva, S., Perisetti, A., Mann, R., Inamdar, S., & Tharian, B. (1967). Hyperlipasemia and Potential Pancreatic Injury Patterns in COVID-19: A Marker of Severity or Innocent Bystander? *Gastroenterology*, 160(January), 946–948.
- Hadi, A., Werge, M., Kristiansen, K. T., Pedersen, U. G., Karstensen, J. G., Novovic, S., & Gluud, L. L. (2020). Coronavirus Disease-19 (COVID-19) associated with severe acute pancreatitis: Case report on three family members. *Pancreatology*, 20(4), 665–667. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.04.021>
- Hegyi, P., Szakács, Z., & Sahin-Tóth, M. (2020). Lipotoxicity and Cytokine Storm in Severe Acute Pancreatitis and COVID-19. *Gastroenterology*, 159(3), 824–827. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.07.014>
- Jayanta, S., Gupta, R., Singh, M. P., Patnaik, I., Kumar, A., & Kochhar, R. (2020). Coronavirus disease 2019 and the pancreas. *Pancreatology*, 20(January), 1567–1575.
- Kandasamy, S. (2020). An unusual presentation of COVID-19: Acute pancreatitis. *Annals of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery*, 24(4), 539–541. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2020.24.4.539>
- Pandanaboyana, S., Moir, J., Leeds, J. S., Oppong, K., Kanwar, A., Marzouk, A., Belgaumkar, A., Gupta, A., Siriwardena, A. K., Haque, A. R., Awan, A., Balakrishnan, A., Rawashdeh, A., Ivanov, B., Parmar, C., M Halloran, C., Caruana, C., Borg, C. M., Gomez, D., ... Nayar, M. (2021). SARS-CoV-2 infection in acute pancreatitis increases disease severity and 30-day mortality: COVID PAN

collaborative study. *Gut*, 70(6), 1061–1069. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323364>

Patel, K. P., Patel, P. A., Vunnam, R. R., Hewlett, A. T., Jain, R., Jing, R., & Vunnam, S. R. (2020). Gastrointestinal, hepatobiliary, and pancreatic manifestations of COVID-19. *Journal of Clinical Virology Journal*, 128(January), 1–6.

Pribadi, R. R., & Simadibrata, M. (2021). Increased serum amylase and/or lipase in coronavirus disease 2019 (COVID-19) patients: Is it really pancreatic injury? *JGH Open*, 5(2), 190–192. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12436>

Shinohara, T., Otani, A., Yamashita, M., Wakimoto, Y., Jubishi, D., Okamoto, K., Kanno, Y., Ikeda, M., Ishigaki, K., Nakai, Y., Harada, S., Okugawa, S., Koike, K., & Moriya, K. (2020). Acute Pancreatitis During COVID-19 Pneumonia. *Pancreas*, 49(10), e106–e108. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000001695>

Szatmary, P., Arora, A., Godwin, M., Raraty, T., Declan, F., Dunne, J., Baron, R., & Halloran, C. (2020). Emerging Phenotype of Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus 2-associated Pancreatitis. *Gastroenterology*, 159(4), 1551–1554. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.05.069>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Pinos Cedeño, M. J., Aguiar Flores, G. E., Adriano Pérez, G. I., & Layedra Ajila, M. E. (2021). Pancreatitis Aguda en COVID 19 caso clínico y revisión de la literatura. Anatomía Digital, 4(3), 137-147. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1826>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.

