



Publicación científica en ciencias naturales, biológicas y médicas

AÑO	VOLÚMEN	NÚMERO	FECHA	EJEMPLARES	ISSN
22	22	42	enero - junio de 2024	1.000	1794-2470

INDIZADA EN PUBLINDEX - CATEGORÍA "B", y Scielo.

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA ● UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

Registrada en LILACS de la plataforma BIREME, LATINDEX, E-revistas, Informe, EBSCO, Mediclatina, Fuente Académica, IMBIOMED, Actualidad Iberoamericana e Index Copernicus.



**NOVA Publicación Científica
en Ciencias Biomédicas**

Volúmen 22 Número 42

Objetivo	Difundir trabajos originales e inéditos que contribuyan a ampliar los conocimientos en las ciencias biomédicas	
Ámbito temático	Ciencias biológicas y ciencias médicas	
Público objetivo	Investigadores y especialistas en el área biomédica	
Periodicidad	Publicación semestral; enero-junio; julio-diciembre	
Indizada en	Publindex - B Scielo REDALYC	
Registrada en Bases de Datos Académicos	LILACS de la plataforma BIREME E-revistas EBSCO Fuente Académica Actualidad Iberoamericana	LATINDEX Informe Mediclatina IMBIOMED Index Copernicus



NOVA está licenciada con creative Commons

Registro ISSN	17942470
Dirección postal	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca-UNICOLMAYOR Calle 28 No 5B-02 Bogotá, D.C-Colombia Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD- Sede Nacional. Calle 14 Sur No 14-23 Bogotá, D.C- Colombia
Dirección electrónica	http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/
Teléfonos	UNICOLMAYOR: (+57)1 2418800 Ext 132-133 UNAD: (+57)1 3443700

Editorial

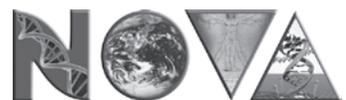
La tarea de compilar y dar espacio a la difusión abierta y periódica de una serie de contribuciones científicas desarrolladas por investigadoras e investigadores de diferentes regiones de Colombia en el área de la salud, representa un compromiso sustentado en la intención social de potenciar la construcción colectiva y solidaria del conocimiento, el objetivo institucional de acompañar la gestión de espacios de discusión crítica alrededor de múltiples campos de estudio, así como el desarrollo de la función propositiva de la ciencia respecto a la expansión de sus fronteras.

Paralelo al compromiso social, institucional y científico del trabajo editorial, el cumplimiento de esta labor representa una gran satisfacción al ofrecer a los lectores un conjunto de productos científicos que cumplen de forma suficiente con estándares cada vez más exigentes a propósito de su evaluación en términos de validez metodológica, calidad interpretativa e innovación temática.

A través de este número la Revista NOVA ha incluido siete publicaciones originales, dos revisiones y un reporte de caso, donde se discuten temas diversos desde la medicina, la ciencia y tecnología agroindustrial, la enfermería, la odontología, la bacteriología, la microbiología, la genética humana y la educación. Cada uno de los estudios seleccionados proporcionan inferencias relevantes alrededor de las materias analizadas, abonando a la apertura de nuevas preguntas y líneas de investigación que serán desarrolladas por sus propios autores y por nuevos investigadores que se integrarán a la creciente sociedad científica del país.

El equipo editorial de la Revista agradece a los autores, evaluadores, colaboradores y personal administrativo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por el importante esfuerzo representado a través de esta nueva publicación. Asimismo, exalta con esperanza y entusiasmo la intención de guiar este proyecto de difusión científica por el objetivo de crecimiento y mejoramiento constante.

María Rodríguez Cortés
Editora asociada Revista NOVA



NOVA Publicación Científica
en Ciencias Biomédicas

Estrategias de optimización hacia la calidad y seguridad en los servicios de diagnóstico por imagen

Optimization strategies towards quality and safety in diagnostic imaging services

Luis A. Jiménez- Rodríguez¹, Johao S. Jiménez Ospina², Juan F. Agudelo Berrio³

Resumen

Objetivo. La presente revisión literaria evalúa e identifica indicadores medibles y diversas herramientas para impartir una atención de seguridad y calidad en diagnóstico por imagen. En ese orden, fue un estudio bibliográfico exhaustivo de tipo exploratoria, documental, debido a que los datos se obtuvieron mediante fuentes directas basado en una muestra de 58 artículos científicos en diferentes revistas como Pubmed, Google academico, Ebscohost, Scopus, Elsevier, Springer Open, IOP Science: siendo su fin fundamental, la determinación de la seguridad del paciente en radiología. **Resultado.** El error en una imagen radiológica, su lectura, o una sobreexposición, aquellos en los que se irradia al paciente incorrecto o a la zona equivocada, no es una acción planificada ni el uso de un plan incorrecto para lograr un objetivo. Desde esta perspectiva, la seguridad radiológica moderna advierte contra el énfasis excesivo en la clasificación de errores y la medición cuantitativa en la creación de seguridad en un entorno complejo. **Conclusión.** La seguridad y calidad en diagnóstico por imagen del paciente puede mejorarse reconociendo que ocurren incidentes y eventos adversos, aprendiendo de ellos y trabajando para prevenirlos.

Palabras clave: radiología, seguridad, salud, talento humano.

1. PhD Ciencias Gerenciales - Posdoctor en Investigación Emergente. Investigador asociado Minciencias. Fundación de estudios Superior Comfanorte, Grupo de investigación GTN Y ESE HEQC. Ocaña-Norte de Santander-Colombia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8656-9406>

2. Estudiante Quinto semestre de Medicina. Fundación Universitaria San Martín, Sabaneta (Ant.), Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0720-1326>

3. MD. Radiólogo, Hospital Emiro Quintero Cañizares, Ocaña-Norte de Santander-Colombia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7401-1103>

Correspondencia: la.jimenes@fesc.edu.co

Abstract

Objective: This literary review evaluates and identifies measurable indicators and various tools to provide safety and quality care in diagnostic imaging. In that order, it was an exhaustive bibliographic study of an exploratory, documentary type, because the data was obtained through direct sources based on a sample of 58 scientific articles in different journals such as Pubmed, Google academic, Ebscohost, Scopus, Elsevier, Springer Open, IOP Science: its fundamental purpose being the determination of patient safety in radiology. **Result:** The error in a radiological image, its reading, or an overexposure, those in which the wrong patient or the wrong area is irradiated, is not a planned action or the use of an incorrect plan to achieve an objective. From this perspective, modern radiation safety warns against overemphasis on error classification and quantitative measurement in creating safety in a complex environment. **Conclusion:** Patient safety and quality in diagnostic imaging can be improved by recognizing that adverse events occur, learning from them, and working to prevent them.

Keywords: radiology, safety, health, human talent.

“Los médicos y enfermeras deben aceptar la noción de que el error es un acompañamiento inevitable de la condición humana, incluso entre profesionales concienzudos y con altos estándares. Los errores deben aceptarse como evidencia de fallas en los sistemas, no como fallas de carácter. Hasta que eso suceda ya menos que eso suceda, es poco probable que se logren avances sustanciales en la reducción de errores médicos.” (Instituto Lucian Leape, 2010)

Puntos clave

Aunque las modalidades, técnicas y procedimientos radiológicos confieren enormes

beneficios a los pacientes, también conllevan ciertos riesgos para su salud y bienestar. Es fundamental que todas las aplicaciones de técnicas radiológicas se realicen con el objetivo primordial de asegurar que los pacientes no sufran consecuencias negativas después de su interacción con los profesionales de la salud, como tecnólogos en imágenes diagnósticas, enfermeras y médicos radiólogos (MD:R).

Los problemas de seguridad radiológica abarcan diversos aspectos, desde los resultados directos de la exposición a la radiación hasta el uso de medicamentos y contrastes, y también incluyen temas menos evidentes como la protección de datos y los proble-

mas de comunicación. Los problemas de comunicación pueden surgir a lo largo de la atención continua, desde la derivación hasta la identificación del paciente y los procesos de examen, lo que puede resultar en errores en la interpretación, notificación y acceso oportuno a la atención.

Los problemas de control de infecciones, como la higiene de manos, el uso de equipo de protección personal y la limpieza del equipo después del examen, son aspectos importantes a considerar en la seguridad radiológica. Además, el ultrasonido presenta un riesgo específico de infección relacionado con el gel, y los transductores externos e internos son agentes de transmisión que requieren esterilización. Asimismo, con el aumento del uso de imágenes de diagnóstico, la seguridad radiológica se ha vuelto más importante que nunca. Es crucial proporcionar una dosis óptima para obtener imágenes utilitarias y minimizar la exposición a la radiación, lo cual requiere una cuidadosa consideración en su administración.

El manejo del contraste también presenta sus propios desafíos, ya que su administración, dosificación correcta y manejo eficaz de posibles reacciones adversas pueden representar riesgos para el paciente; por ello, la capacitación, procesos de respuesta definidos y equipos específicos son fundamentales para responder rápida y adecuadamente en caso de una reacción al contraste. Cabe resaltar, que el error de diagnóstico, que puede resultar en

un proceso de enfermedad incorrecto, retrasado, perdido, casi perdido o sobre diagnosticado debido a un examen o tratamiento de diagnóstico por imágenes, es otro aspecto crítico a considerar en la seguridad radiológica.

Radiación médica: La radiación médica se refiere a un procedimiento que se realiza con la participación de emitir energía radiante en forma de ondas o partículas. Según Adler & Carlton (2019) Para este estudio, la atención se centró en la obtención de imágenes de radiación médica o en los procedimientos de prueba, como una tomografía computarizada y una radiografía.

Conciencia del paciente: la conciencia del paciente se refiere al nivel de conocimiento correcto y adecuado que tiene un paciente sobre un concepto o procedimiento médico o relacionado con la salud (por ejemplo, radiación inducida médicamente (Al Ewaidat *et al* 2018).

Exposición a la radiación: La exposición a la radiación se refiere a estar sujeto a energía radiante en forma de ondas o partículas. La exposición a la radiación médica tiene un efecto biológico relevante en los seres humanos al ser sometidos a rayos X y rayos gamma, que son secundarios a la ionización (Pahade, 2018).

Como bien afirman Halliday *et al* (2020) la variación injustificada dentro de las imágenes de diagnóstico en tres grupos:

- La atención de bajo valor inferior implica elegir métodos de imagen costosos a expensas de métodos más accesibles e igualmente precisos. Un tratamiento inferior puede aumentar la carga financiera para los pacientes y los servicios médicos, la dosis de radiación para los pacientes y la carga para las prácticas de imagenología.
- Variación de las mejores prácticas de diagnóstico o vías de tratamiento que pueden dar como resultado un diagnóstico incorrecto o incompleto y un aumento en la dosis de radiación del paciente.
- El retraso en el acceso a las imágenes de diagnóstico significa tiempos de espera más largos, acceso desigual a las imágenes de diagnóstico debido a las diferencias geográficas y la falta de mano de obra.

Introducción

Desde el anuncio de su descubrimiento por Röntgen (1896) en noviembre de 1895, los rayos X y las técnicas radiológicas asociadas con su uso se han convertido en herramientas cada vez más centrales en el diagnóstico y tratamiento médico. Según la OMS (2016), cada año se realizan en todo el mundo más de tres mil seiscientos millones de exámenes de diagnóstico por imágenes (incluidas radiografías, tomografías

computarizadas, resonancias magnéticas y ultrasonidos). En ese orden, la radiografía sigue siendo la forma más común de imagen radiológica realizada en cualquier institución médica a pesar de las modalidades radiológicas avanzadas. Las ventajas de la imagen de diagnóstico incluyen su baja dosis de radiación, disponibilidad, asequibilidad y simplicidad.

Por ello, la medicina moderna depende en gran medida de los equipos y las prácticas científicas de alta tecnología de las que forman parte las imágenes médicas, a las que a menudo se hace referencia como prueba de diagnóstico. Los avances en la tecnología de imágenes médicas con una calidad de imagen mejorada abren la puerta para detectar anomalías nunca antes vistas de relevancia desconocida. Como señala Webster (2002), la obtención de imágenes desde la anatomía de la superficie hasta la fisiología intracorporal permite que la “mirada médica” se adentre cada vez más en las estructuras corporales. Al respecto, los MD.R se inclinan a evaluar la calidad de las imágenes para el posicionamiento adecuado, la exposición adecuada, el desenfoque de movimiento del paciente y otros defectos que podrían afectar el diagnóstico y los errores de procesamiento y lectura.

Por consiguiente, el error es una desviación involuntaria de la práctica segura (Vincent, 2010). Se define como “un error que tiene el potencial de causar un evento adverso

(daño al paciente) pero no lo hace por casualidad o porque es interceptado” (OMS, 2005). En términos simples, casi accidente es una llamada cercana que fácilmente podría haber resultado en daño al paciente, pero afortunadamente no fue así. En ese orden, los enfoques modernos para la seguridad del paciente han pasado de un enfoque en el desempeño individual y la reacción a los errores al desarrollo de sistemas y procesos robustos que crean seguridad en las organizaciones. Las instituciones de salud que operan de forma segura en entornos de alto riesgo se han denominado organizaciones de alta confiabilidad. Estas organizaciones tienden a verse a sí mismas como constantemente bombardeadas por errores. Por lo tanto, el objetivo no es eliminar el error humano, sino desarrollar estrategias para prevenir, identificar y mitigar los errores y sus efectos antes de que resulten en daños (Sameera & Bindra, 2021).

Las estrategias de confiabilidad de alto nivel se enfocan en los sistemas y la cultura organizacional; las estrategias de confiabilidad de nivel intermedio se enfocan en el establecimiento de procesos efectivos; Las estrategias de confiabilidad de bajo nivel se enfocan en el desempeño individual (Brennan & Davidson, 2019). Aunque existen varios esquemas de clasificación de errores humanos, los investigadores de seguridad modernos advierten contra la dependencia excesiva de las investigaciones de errores para mejorar la seguridad. Se ha demostra-

do que culpar a las personas involucradas en eventos adversos cuando no tenían la intención de causar daño socava la seguridad organizacional. De acuerdo a Makeham *et al.*, (2007) los estudios de seguridad han acuñado el término cultura justa para el equilibrio exitoso de la responsabilidad individual con acomodación a la fiabilidad humana y las deficiencias del sistema. La seguridad está indisolublemente ligada a los esfuerzos de calidad de una organización. Un sistema de gestión de la calidad que se centra en la estandarización, hacer visibles los errores, mejorar la calidad y detenerse constantemente para solucionar problemas da como resultado un entorno más seguro e involucra al personal de una manera que contribuye a una cultura de seguridad.

De acuerdo a lo señalado por ICPR (2007), una condición clave para conservar la seguridad de los pacientes en radiología diagnóstica es la protección radiológica. Los 3 elementos principales de la protección radiológica de los pacientes son la justificación, la optimización y la aplicación de dosis tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA). Bajo esta premisa, se deben asumir fuertes compromisos con todos los aspectos de la protección radiológica a los pacientes, la exposición ocupacional del personal y la población en general. De esta manera, la justificación implica una apreciación de los beneficios y riesgos del uso de la radiación para procedimientos o tratamientos. Los médicos Radiólogos,

cirujanos y el talento humano de radiología juegan un papel clave en la educación de los pacientes sobre los posibles efectos adversos de la exposición a la radiación. Los beneficios de la exposición deben ser bien conocidos y aceptados por el grupo de interés (Stakeholders).

Ahora más que nunca, el capital social vinculado a la unidad referencial de diagnóstico por imagen como tecnólogos, enfermería y MD.R en todas sus modalidades, se les exige que hagan más con menos. Es mucho lo que está en juego para aumentar la productividad mientras se exige una atención al paciente de alta calidad, alta tecnología y precisión. En ese sentido, refleja la alta demanda y dificultad de los servicios de radiología; Algunos de estos incluyen: exceso de trabajo, falta de personal, avances tecnológicos, actualizaciones de equipos, intimidación, gestión ineficaz y oportunidades de capacitación reducidas. El departamento de imagen se ve obligado a tomar decisiones sin tener opciones reales ni una comprensión profunda de los procesos establecidos.

Explicación Objetiva

Esta revisión tiene como propósito determinar las actuaciones del talento humano de los servicios de radiología, sobre el cuidado y la seguridad del paciente; por eso es fundamental para todas las aplicaciones de las técnicas radiológicas, es el requisito de que se deben hacer todos los esfuerzos posibles

para garantizar que el usuario-paciente no estén peor que antes después de su interacción con el personal asistencial de imagenología. Los MD.R, y tecnólogos como parte de un equipo que atiende a los pacientes, tienen la responsabilidad de la seguridad y el cuidado, la atención conjunta a la primicia de la seguridad del paciente en todo lo que hacemos y clave para garantizar un entorno seguro.

Un entender básico de la ciencia detrás de las consecuencias perjudiciales de la radiación es esencial para evaluar varias estrategias y así proteger a personal asistencial y pacientes. Los rayos X consisten en fotones de alta energía en todo el espectro electromagnético. En comparación con los fotones de menor energía, los rayos X son excelentes porque tienen la energía suficiente para romper enlaces moleculares e ionizar átomos (Frane *et al*, 2020) Esta ionización produce radicales libres, compuestos químicamente activos que pueden dañar indirectamente el ADN (Hayda *et al*, 2017). El personal asistencial de imagenología y los pacientes pueden estar expuestos a la radiación de rayos X ya sea como rayos X dispersos o por exposición directa al haz de rayos X. Los rayos X dispersos ceden parte de su energía durante el proceso de dispersión y, por lo tanto, la energía depositada en los tejidos a partir de los rayos X dispersos es menor que directamente desde la fuente de rayos X. Las dosis de radiación se pueden expresar de tres maneras diferentes. La dosis absorbida es la radiación depositada

en un objeto y se mide en miligrays (mGy). La dosis equivalente se calcula teniendo en cuenta la exposición a la radiación específica del órgano, así como la sensibilidad del órgano a la radiación, y se expresa en milisieverts (mSv). La dosis efectiva es la suma en todo el cuerpo de las dosis equivalentes de órganos individuales y se expresa en millisieverts (mSv). La comprensión de estas definiciones es fundamental para interpretar las recomendaciones de dosis.

Las recomendaciones de dosis de la ICRP se muestran en la tabla 1 (ICRP, 2007). Como referencia Matityahu *et al.*, (2017)

20 mSv/año equivale aproximadamente a 2 o 3 tomografías computarizadas (TC) abdominales y pélvicas o de 7 a 9 años de radiación de fondo. La exposición que supera este umbral promediado durante cinco años se ha asociado con un riesgo de por vida de 1 en 1000 de cáncer fatal (Zielinski, Shilnikova, Krewski, 2008), asimismo, señala Hamada & Fujimichila (2014) el límite de dosis público recomendado es de 1 mSv/año y está relacionado con la dosis efectiva. De acuerdo con la Tabla 1 la ICRP, podría permitirse un valor de dosis efectiva mayor en un solo año, siempre que la dosis promedio durante 5 años no supere 1 mSv/año.

Tabla 1. Límites de dosis recomendados en situaciones de exposición planificadas^a

Tipo de límite	Ocupacional	Público
Dosis efectiva	20 mSv por año promediada en periodos definidos de 5 años	1 mSv en un año
<i>Dosis equivalente anual en:</i>		
Cristalinob	150 mSv	15 mSv
Piel c, d	500 mSv	50 mSv
Manos y pies	500 mSv	---

Los *límites de dosis* se basan en las recomendaciones generales [14] de que la dosis efectiva total de una persona no debe exceder los 50 mSv (5 rem) por año. Además, requiere que el equivalente de dosis profunda (dosis equivalente a una profundidad de 1 cm en el tejido) a cualquier órgano o tejido individual (excluyendo el cristalino del ojo) no debe exceder los 500 mSv (50 rem) por año. El límite para el equivalente de dosis superficial (dosis equivalente a una profun-

didad de 0,007 cm en el tejido) para la piel y las extremidades también es de 500 mSv (50 rem) por año. El límite más restrictivo es el cristalino del ojo, que tiene un límite anual de 150 mSv (15 rem). Los límites de dosis ocupacionales anuales para menores (<18 años) son el 10% de los límites de dosis anuales especificados para trabajadores adultos. La dosis equivalente a un embrión o feto no debe exceder los 5 mSv (0,5 rem) (Hamada & Fujimichi, 2014)

En cuestiones de interés, la exposición a la radiación puede producir efectos biológicos como efecto dependiente de la dosis o como probabilidad dependiente de la dosis (López & Martín, 2011) Los efectos dependientes de la dosis se denominan efectos deterministas y se producen cuando se supera un umbral de exposición específico. Una probabilidad dependiente de la dosis se denomina efecto estocástico y representa un resultado que ocurre con cierta probabilidad pero sin un umbral definido en el que se desencadenan estos efectos (Bushong, 2010).

Por tal razón, la radiología ha evolucionado más allá de los simples rayos X, hoy se encuentra en el corazón del diagnóstico y tratamiento médico, son uno de los primeros exámenes solicitados al ingresar a una clínica u hospital son de apoyo diagnóstico y terapéutico, constituyendo el noventa y ocho por ciento de exposición de las fuentes originadas por el hombre. Como señala Conklin (2019), en el mundo se realizan cerca de 3,6 mil millones de estudios por imágenes médicas anualmente; siendo los países industrializados, por contar con mayores recursos y mejores tecnologías, los que tienen mayor exposición a la radiación médica.

Cabe destacar, que el personal asistencial de imagenología debe obtener información del médico tratante, del paciente y así realizar la prueba correcta y llegar a un diagnóstico efectivo. El usuario solicitante que llega al departamento de radiología pasa

por un proceso de registro, cita, examen de uno o más procedimientos radiológicos (que pueden variar en su grado de complejidad, desde una simple radiografía hasta procedimientos invasivos complicados), y finalmente se realiza un diagnóstico. En cada una de estas etapas del proceso hay muchos profesionales involucrados y cada etapa es una oportunidad potencial para el error humano.

Al respecto, el costo de cualquier error en el proceso puede ser muy alto, ya sea un error tipográfico en el nombre de un paciente o un diagnóstico erróneo. Sin embargo, los errores de percepción en la interpretación de imágenes son solo un aspecto del error en radiología. El error también puede ocurrir en prácticamente cualquier paso del proceso de generación de imágenes. Por ejemplo, tres áreas clave de seguridad del paciente que merecen especial atención: (a) identificación del paciente y eventos que involucran al paciente equivocado, procedimiento incorrecto o lado o sitio; (b) errores de diagnóstico, incluida la percepción e interpretación de imágenes; no transmitir, comprender y actuar sobre los informes de imágenes médicas; y problemas con la documentación; y (c) falla de comunicación, particularmente en momentos de la atención del paciente., por estas razones la seguridad del paciente, es una propiedad intrínseca del entorno y la organización en la que ocurre (Conklin, 2019).

Bajo la visión anterior, se debería encontrar y eliminar errores enfocándose en las evaluaciones inexactas de las personas, decisiones equivocadas y malos juicios; citando a Rydenfält *et al* (2014) los trabajadores no “causan” fallas per se, sino que “desencadenan” debilidades que ya existen en el lugar de trabajo, En otras palabras, una organización que opera de tal manera que un error humano menor puede resultar en una falla catastrófica es una organización intrínsecamente insegura.

En la compilación de la data se realizó por medio del rastreo de palabras clave como fueron: Cuidado, Seguridad, Incidentes, Eventos, Radiación, Diagnóstico por imagen, Protección radiológica, Errores humanos, Prevención en la asistencia sanitaria en imagenología. En ese orden, se realizó la siguiente pregunta: Una insuficiente calidad de imagen permitirá reconocer los criterios inadecuados de desempeño para que así puedan ser corregidos fácilmente. De esta manera el objetivo fue identificar indicadores medibles y diversas herramientas para impartir una atención de seguridad y calidad en diagnóstico por imagen, Se organizó la búsqueda con la iniciativa de escritos más recientes a los más prístinos de tal manera se dio prioridad a la información actualizada a finales del año 2022 y comienzos del año 2023. Esta verificación finaliza con un enfoque sobre una atención segura, y el cuidado de nuestros pacientes, centrada desde el en torno al paciente, en

el que el proveedor de atención médica en imagenología se asocia con los pacientes y las familias para identificar y satisfacer las necesidades y preferencias de los mismos con respeto y utilizan la comunicación centrada siempre en el paciente.

La exploración se asentó en el observación de contenido (Corbin & Strauss, 2009); por lo tanto, se lleva a cabo a fondo, para justificar una presunción reciente. Se utilizaron escritos científicos como antecedentes de información de las cuales consultas científica, una muestra de 58 artículos en diferentes revistas como Springer Open, IOP Science, Scopus, Elsevier, Pubmed, Google academico, Ebscohost que permitió vigorizar un marco teórico asentado de varios autores. Al respecto, el cotejo de contenido involucro una perspectiva explícita, cuidadosa, para encontrar los resultados más apropiados con referencia a la seguridad del paciente en radiología. Por consiguiente, el investigador generalmente explora significados e ideas en una situación dada (Levitt *et al* 2017). Y la variedad de técnicas de recopilación y análisis de datos que se utilizan muestreo intencional (Gopaldas, 2016).

Desarrollo

1. Manejo de paciente

El manejo seguro del paciente se define como cualquier operación o tarea que

olicite esfuerzo para levantar, bajar, empujar, jalar, transferir o de alguna manera mover o sostener a una persona o parte del cuerpo. Como señala Mayeda-Letourneau (2014) los problemas de manejo de pacientes tienen el potencial de generar problemas graves tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud. Dentro de la radiología, esta tarea suele recaer en médico-radiólogo, tecnólogo en Imágenes Diagnosticas, enfermeras y personal de apoyo. Para promover la seguridad óptima del paciente y del personal, se deben considerar las siguientes funciones y responsabilidades con respecto al manejo del paciente.

Por las razones expuestas, el personal asistencial (Médicos radiólogos, tecnólogos en imágenes diagnósticas, enfermeros y personal de apoyo) debe tener los conocimientos y demostrar las habilidades necesarias para:

- Comprender sus propios roles y responsabilidades en relación con el manejo seguro de pacientes;
- Realizar capacitaciones y actualizaciones relevantes;
- Tener conocimiento de las políticas locales de manejo de pacientes;
- Reconocer los riesgos relacionados con el manejo del paciente;
- Comprometerse a introducir precauciones para reducir los riesgos de manipulación de pacientes;

- Ser capaz de usar y mantener correctamente el equipo de manejo de pacientes;
- Seguir sistemas de trabajo apropiados;
- Participar en un enfoque multidisciplinario para el manejo seguro de pacientes;
- Tener un cuidado razonable para asegurarse de que sus acciones no los pongan a ellos mismos ni a otros en riesgo;
- Comprometerse a reportar incidentes de manejo de pacientes;
- Comprometerse a revisar incidentes y mejorar las prácticas de manejo de pacientes;
- Respetar los deseos personales del paciente con respecto a la movilidad siempre que sea posible;
- Apoyar la independencia y autonomía del paciente.

2. Información del paciente:

Consentimiento informado e información explicativa para pacientes

El consentimiento informado es el proceso en el que un proveedor de atención médica educa a un paciente sobre los riesgos, beneficios y alternativas de un procedimiento o intervención determinada. El paciente debe ser competente para tomar una decisión voluntaria acerca de someterse al procedimiento o intervención. El consentimiento informado es una obligación tanto ética como legal de los médicos y se origina en

el derecho del paciente a dirigir lo que le sucede a su cuerpo (Vega, 2017).

En ese orden, citando a la sociedad de radiología de Europa (ESR) ha declarado que toda atención y comunicación con y sobre las personas debe ser eficaz, oportuna, inclusiva y personalizada: “nada sobre mí, sin mí”. Es un requisito legal que todo paciente que se someta a un examen médico que involucre radiación ionizante sea informado de manera oportuna y clara de los beneficios diagnósticos o terapéuticos esperados del procedimiento radiológico, así como de los riesgos de la radiación (ESR, 2017).

Considerando lo anterior, se debe solicitar y facilitar el consentimiento del paciente antes de realizar un examen o tratamiento es un requisito ético y legal fundamental. Los pacientes se convierten en parte del proceso de toma de decisiones sobre su atención al recibir información clara para permitir su participación y estar involucrados en las decisiones reales. Además, la provisión de información oportuna y apropiada también es una cortesía común y establece una relación apropiada de confianza entre el paciente y el personal asistencial que lo remite y el personal del área funcional de radiología. Para lograr esto, la OMS (2017) sobre las necesidades y los valores de los pacientes y cuidadores deben ser fundamentales para la prestación de servicios dentro de cada servicio de imágenes clínicas.

Para cada paciente es esencial asegurar lo siguiente:

- El paciente tiene la información adecuada para tomar una decisión;
- La información ha sido presentada de manera que el paciente pueda entenderla;
- El paciente ha compartido el proceso de toma de decisiones y está de acuerdo con el resultado.

Asimismo, de acuerdo a Appelbaum (2007) las consideraciones a tener en cuenta al obtener el consentimiento son: Aspectos legales, derecho, toma de decisiones compartida, capacidad, comunicación de riesgo y beneficio y aspectos prácticos en el proceso del consentimiento; es decir:

Asuntos legales

El paciente debe estar en posesión de toda la información para tomar la decisión y poder hacerlo voluntariamente sin presiones de fuentes externas.

Derecho

Es importante que los pacientes tengan acceso al apoyo adecuado que les permita tomar su decisión. Un cliente (usuario) tiene la responsabilidad de identificar cuándo un paciente puede necesitar apoyo y de que alguien “hable en su nombre”.

Toma de decisiones compartida

Al buscar el consentimiento informado de un paciente (o el consentimiento del sustituto del paciente si el paciente carece de capacidad para tomar decisiones o se niega a participar en la toma de decisiones), los médicos deben hacer lo siguiente:

- Evaluar la capacidad del paciente para comprender la información médica relevante y las implicaciones de las alternativas de tratamiento y para tomar una decisión independiente y voluntaria.
- Presentar la información relevante con precisión y sensibilidad, de acuerdo con las preferencias del paciente para recibir información médica. El médico debe incluir información sobre lo siguiente:
 - El diagnóstico (cuando se conoce)
 - La naturaleza y el propósito de las intervenciones recomendadas
 - Alternativas de tratamiento, incluidas las opciones de atención no quirúrgica en el marco de un proceso de consentimiento para la cirugía
 - Las cargas, los riesgos y los beneficios esperados de todas las opciones, incluida la renuncia al tratamiento.

El Documento del consentimiento informado y la decisión del paciente (o sustituto) en el registro médico de alguna manera.

Cuando el paciente/sustituto haya dado su consentimiento específico por escrito, el formulario de consentimiento debe incluirse en la historia clínica.

Capacidad

Las personas demuestran capacidad de toma de decisiones cuando son capaces de comprender su condición clínica, así como los beneficios, riesgos y alternativas a sus opciones de tratamiento; apreciar las posibles consecuencias de su decisión sobre su propia salud y bienestar; razonar lógicamente a través de las opciones y posibles resultados; y comunicar una elección clara y consistentemente (Heyer *et al*, 2015).

Comunicación de riesgo y beneficio

El personal asistencial implicado debe comunicar al paciente de los riesgos y beneficios de la exploración y, al hacerlo, explicar los riesgos de no realizarse la exploración por imágenes, de forma comprensible para el paciente (Feldman & Orlikowsky 2011). Siempre que sea posible, se debe dar a los pacientes el tiempo suficiente para considerar esta información en su totalidad antes de continuar.

Aspectos prácticos del proceso de consentimiento

Los profesionales deben cumplir con las leyes nacionales y del hospital en relación con los aspectos prácticos del proceso de consentimiento. El consentimiento puede adoptar formas verbales y escritas y debe

tener en cuenta los sistemas sin papel. Los detalles del proceso de consentimiento deben estar completamente documentados. La obtención del consentimiento quirúrgico es responsabilidad conjunta del médico remitente y el personal de radiología; el equilibrio entre las tareas dependerá de las circunstancias individuales y los horarios de trabajo.

Otros puntos citados por Migliorini & Portelli (2019) consideran dentro el concierto del consentimiento informado son:

Niños

Es importante comprender la ley en relación con los niños y el consentimiento, Por ejemplo si un niño es competente para dar su consentimiento, el médico debe obtener el consentimiento del niño. La posición legal sobre la competencia es diferente para los niños menores de 16 años que para los niños mayores de 16 años.

Uso de acompañantes

Para los exámenes íntimos, es importante considerar el papel de los acompañantes y los pacientes deben poder solicitar un acompañante para que los apoye durante el examen. Se debe informar a los pacientes que se puede proporcionar un acompañante.

Consentimiento para la investigación

Los pacientes deben recibir información sobre el manuscrito propuesto y cualquier

riesgo/beneficio que pueda anticiparse. Se debe proporcionar información por escrito. Los ensayos en los que participen pacientes deben contar con la aprobación ética, según se requiera en el país correspondiente. Se requiere consentimiento por escrito. La participación en una investigación es voluntaria y esto debe explicarse claramente al paciente.

Consentimiento para la educación y la formación

Se debe buscar el consentimiento verbal explícito si los estudiantes/aprendices están presentes durante todo o parte del examen de imágenes. Los pacientes deben ser informados sobre el número de estudiantes/aprendices y el papel que desempeñarán. Los pacientes tienen derecho a rechazar la atención de los estudiantes/aprendices.

Imágenes de emergencia

Hay excepciones específicas, donde puede que no sea posible obtener el consentimiento explícito, como algunos aspectos de la atención de emergencia donde se requieren imágenes para ayudar a salvar la vida del paciente o para prevenir el deterioro de la vida. Si se toman decisiones en este contexto, esta información debe registrarse formalmente.

Desde las corrientes teóricas expuestas anteriormente, otro aporte para el marco teórico desarrollado, se utilizó para organizar la

identificación de los factores que afectan la notificación de incidentes y para cuantificar su prevalencia. Este enfoque es consistente con los marcos existentes en la literatura sobre seguridad del paciente. Por ejemplo,

Lawton *et al* emplearon un enfoque similar para cuantificar la prevalencia de factores que contribuyen a los incidentes de seguridad del paciente en entornos hospitalarios.

Tabla 2. Marco teórico de los factores que determinan la participación en la notificación de incidentes de seguridad del paciente

<i>Categoría Descripciones y ejemplos</i>	
Organizativo	Valores, creencias y políticas de la organización en torno a la notificación de incidentes. Esto también abarca cualquier factor organizacional que pueda actuar como una barrera o facilitador para informar el comportamiento, como la estructura (por ejemplo, el tamaño del hospital) y la cultura organizacional.
Ambiente de trabajo	Características del entorno de trabajo que actúan como barreras o facilitadores para participar en la notificación de incidentes. Ejemplos de tales factores incluyen el nivel de actividad, los niveles de personal y las indicaciones visuales.
Proceso y sistemas de presentación de informes	Cualquier característica del sistema / proceso de notificación que permita o dificulte la notificación de incidentes. Esto incluye la complejidad del sistema de notificación, el nivel de información requerido y el modo de notificación de incidentes (por ejemplo, en papel o electrónico).
Factores de equipo	Cualquier factor relacionado con el funcionamiento de los diferentes profesionales dentro de un grupo que influya en el comportamiento de notificación de incidentes. Por ejemplo, apoyo y estímulo por parte de los miembros del equipo para informar incidentes y niveles de trabajo en equipo y comunicación.
Conocimientos y habilidades	La adquisición y el desarrollo de conocimientos y habilidades que permitan la notificación de incidentes. Esto incluye la participación en actividades educativas / de capacitación específicas (por ejemplo, completar un formulario) y generales (por ejemplo, identificar qué incidentes merecen ser informados).
Características individuales del THS	Características del Talento humano en salud (THS) que pueden contribuir de alguna manera a participar en la notificación de incidentes. Ejemplos de tales factores incluyen antigüedad, personalidad y actitudes.
Ética profesional	Los estándares aceptados de comportamiento personal y profesional, valores y principios rectores que promueven la notificación de incidentes. Por ejemplo, la adopción de prácticas éticas sólidas y coherentes, como el deber de diligencia.
Miedo a las consecuencias adversas	Cualquier emoción desagradable (p. Ej., Culpa) o resultado (p. Ej., Litigio) asociado con el comportamiento de notificación de incidentes de los profesionales en salud. Una reducción en la probabilidad de experimentar miedo (por ejemplo, la existencia de una política no punitiva) da como resultado una mayor participación en la notificación de incidentes.
Características del incidente	Características del incidente de seguridad del paciente que pueden hacer que los profesionales de la salud sean más o menos propensos a informar. Estos incluyen la frecuencia del error, el nivel de daño y la causa del error.

De acuerdo a la tabla 2 expuesta, señala IS-RRT (2022) que la actividad humana también está conectada relacionamente, lo que significa que las relaciones impactan sobre

la actividad que ocurre en la práctica. Las relaciones en la práctica son compartidas, pero no siempre de forma conjunta, lo que significa que los aspectos relacionales pue-

den provocar desequilibrios de poder o intereses en conflicto

3. Mejorar la comunicación efectiva

Obtener el historial del paciente y transmitir las instrucciones antes y después del examen radiológico ya sea estudio especial o Tomografía Computarizada (TC) siempre es importante para la cooperación y el consentimiento del paciente, así como para guiarlo después de la inyección intravenosa (IV) de medio de Contraste (MC). Los errores verbales y la comunicación ineficaz son una causa común de errores médicos que ponen en riesgo la seguridad del paciente. Además, pueden minimizar la cooperación del paciente que afecta a la TC. Además, pueden provocar eventos adversos de IV MC. Siempre asegúrese de que el paciente haya entendido sus preguntas e instrucciones. Las 5C son una excelente herramienta que conduce a una comunicación efectiva (ESR, 2015).

Las 5 C para una comunicación efectiva

- **Clara:** Las palabras utilizadas deben ser simples y fáciles de entender.
- **Conciso:** el mensaje debe ser lo más conciso posible.
- **Completo:** La información proporcionada debe estar completa. Por lo tanto, debe responder al ¿Por qué básico? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo? preguntas relacionadas con el tema.

- **Cortés:** Hablar en un tono tranquilo y de manera positiva y respetuosa de las necesidades y preferencias del receptor. El lenguaje corporal y las señales no verbales deben representar respeto y empatía.
- **Coherente:** El mensaje y la información proporcionada deben ser los mismos, independientemente de quién proporcione o reciba esa información.

Los factores de riesgo por una mala comunicación como son:

- a. El formulario de consentimiento informado y su entrega
- b. Transmitir probabilidad de los riesgos y beneficios
- c. Usar medios de presentación y materiales complementarios
- d. Leer en voz alta
- e. Resumir y resaltar información
- f. Procedimiento “Llévatelo a casa” (ESR, 2019)

4. Atención y evaluación del paciente

Durante la atención y evaluación del paciente, el tecnólogo en imágenes diagnósticas verifica que la orden se haya ingresado correctamente para el paciente correcto. Los pacientes son transportados y asistidos de manera segura dentro y fuera de las mesas de imágenes. El examen se realiza

con; protocolo específico de edad, identificación adecuada del paciente, así como marcado con indicador lateral aplicable. Por otra parte, los MD.R prestan mucha atención a las medidas de control de infecciones aplicando de forma rutinaria precauciones universales para la seguridad del paciente y de ellos mismos. Cuando es necesario se aplican los requisitos de aislamiento adecuados. Desafortunadamente, el cansancio, estrés, sobre carga y extensas horas laborales de los MD.R ocasionan incidentes en lecturas, lo que conlleva a diagnósticos poco efectivos, como también la atención segura del paciente no es adecuada para evitar que ocurran errores, el “Error humano” a veces no es responsabilidad de los MD.R. Las fallas del sistema de comunicación de archivo de imágenes (PACS) deben ser consideradas y revisadas. Los MD.R están preparados educativamente y son clínicamente competentes para realizar exámenes que garanticen la seguridad del paciente. El énfasis de los MD.R en la seguridad del paciente es saber que ellos también serán pacientes y necesitarán a alguien “que los ayude”.

5. Incidentes de dosis

Las exposiciones demasiado altas justificadas e injustificadas de pacientes que se someten a un procedimiento específico, imágenes de una parte del cuerpo equivocada o imágenes del paciente equivocada son raras, pero pueden ocurrir de vez en cuan-

do. El término “dosis incidentes” es un resumen de la definición dada por Clement (2018) las sobreexposiciones no intencionadas y accidentales en el Artículo 4 (99): “exposición médica que es significativamente diferente de la exposición médica prevista para un fin dado”.

Según señala Clement (2018) La protección radiológica y la seguridad del paciente requieren todos los esfuerzos para prevenir tales incidentes. Si se producen incidentes, el primer paso debería ser, en cualquier caso, una evaluación local en la que participen el médico, los miembros del personal, los expertos en física médica y/o el oficial de protección radiológica. El remitente y el paciente (y, si procede, sus cuidadores) deben ser informados sobre el incidente. La interpretación de incidentes puede incluir cuasi accidentes, donde se detectó un error antes de realizar el procedimiento.

6. Agentes de contraste

Estos incluyen agentes de contraste yodado para estudios basados en rayos X (incluida la TC), agente de contraste basados en gadolinio (BCA) para resonancia magnética y microburbujas para ultrasonografía. Cada uno de estos tipos de agentes tiene problemas de seguridad específicos (como se resume en la Tabla 3).

Tabla 3. Tipo de agente y problemas de seguridad respectivos

	Agentes yodados	Gadolinio BCA	Microburbujas
Reacciones hipersensibles	SÍ	SÍ	SÍ
Nefrotoxicidad	SÍ	NO a dosis clínicas	NO
Metformina y acidosis láctica	SÍ	NO	NO
Fibrosis sistémica nefrogénica	NO	SÍ	NO
Deposición cerebral y otros órganos.	NO	SÍ	NO
Tirotoxicosis	SÍ	NO	NO

Fuente Clement (2018)

Reacciones de hipersensibilidad: deberes del MD:R, Tecnólogo en Imágenes Diagnósticas o enfermero, según las circunstancias y las prácticas locales. Antes de la inyección de un agente, esté preparado (capacitación proporcionada, carro de rea-

nimación disponible, números de teléfono de emergencia publicados); Interrogar al paciente sobre reacciones previas, grado y síntomas. Durante una reacción: Tratar adecuadamente los síntomas según la clasificación de Ring y Messmer (Tabla 4)

Tabla 4. Síntomas según la clasificación de Ring y Messmer

Los grados	Síntomas
Primer	Signos mucocutáneos: eritema generalizado, urticaria extensa con o sin angioedema
Segundo	Signos multiviscerales moderados: signos mucocutáneos, hipotensión moderada, taquicardia, o ambos con o sin broncoespasmo moderado o síntomas gastrointestinales
Tercer	Signos monoviscerales o multiviscerales potencialmente mortales: hipotensión potencialmente mortal, taquicardia o bradicardia con o sin arritmia cardíaca, signos mucocutáneos, broncoespasmo intenso o síntomas gastrointestinales. Las características cutáneas pueden estar ausentes antes de la restauración de la estabilidad hemodinámica
Cuarto	Paro cardíaco

Después de una reacción:

- Muestreo de sangre para dosificación de histamina y triptasa;
- Consulte a un especialista en alergias para realizar pruebas cutáneas. (Bellin, 2002)

Vale la pena señalar que no todos los informes de pacientes sobre reacciones alérgicas anteriores representan una verdadera hipersensibilidad. Es importante hacer esfuerzos razonables para diferenciar a los pacientes con antecedentes reales de reacciones previas de aquellos que han tenido incidentes previos debido a otros factores, pero que el paciente cree que representan “alergia”. Esta diferenciación no siempre es fácil, pero debemos recordar que no realizar un estudio con contraste indicado (si la verdadera hipersensibilidad no es realmente un problema) puede disminuir indirectamente la seguridad del paciente.

7. Canalización intravenosa

Para la inyección intravenosa durante un estudio especial como Urografía Excretora, o una TAC, se debe colocar una cánula IV con un calibre de tamaño adaptado al caudal de inyección requerido (principalmente 18G). Por lo general, se necesitan velocidades de flujo más rápidas (y, por lo tanto, cánulas más grandes) para los estudios que dependen de la opacificación arterial de alta concentración, incluida la arteriografía

pulmonar por TAC. En el caso de una extravasación inadvertida de contraste en los tejidos blandos, la lesión grave es extremadamente rara y puede incluir ulceración de la piel, necrosis o síndrome compartimental (Morales-Cabeza, 2017).

Las responsabilidades del personal incluyen:

- Documentar la extravasación con una radiografía o una tomografía computarizada
- Tratamiento del paciente: elevación de extremidades, compresas de hielo, monitorización.
- Informar en la historia clínica e informar al médico remitente (Mamede & Gama, 2017)

Discusión

Esta revisión del arte sobre la calidad y seguridad en los servicios de diagnóstico por imagen, hace relevancia de gran importancia sobre las condiciones en la atención en los servicios de radiología, en una perspectiva de cultura de mejora continua. Este tema es relevante considerando el uso excesivo de radiación ionizante en los procedimientos de imágenes médicas (ESR, 2015), además, la necesidad de garantizar la seguridad del paciente en estas unidades referenciales de apoyo diagnóstico (Morales-Cabeza *et al*, 2017) y la necesidad

de mejorar la calidad de la atención (OCDE, 2019) (Kohn & Corrigan, 2000). Por lo tanto, el marco obtenido debe ser considerado en el establecimiento de políticas estratégicas que definan mejor la provisión de procedimientos diagnósticos y prácticas profesionales, basados en sistemas de mejora de la calidad, seguridad radiológica del paciente.

Resultados o significación clínica

La optimización es un principio multicomponente que establece que los proveedores de atención médica deben monitorear los parámetros y resultados de los exámenes de imágenes médicas para corregir problemas y mejorar la calidad, de modo que se equipare con la de los líderes en el campo. Los protocolos de exámenes de imágenes médicas deben mantener cierta flexibilidad para permitir que los profesionales de la salud elijan las opciones que mejor se adapten a los requisitos. Para reducir el riesgo de daño al paciente por la radiación ionizante, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR, 2007) describió varios principios fundamentales, entre los que se incluyen la justificación, la optimización y el resultado combinado de administrar dosis de radiación ionizante tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA).

El daño por error médico es un desafío significativo en el cuidado de la salud, inclui-

da la radiología. Los enfoques modernos de seguridad del paciente han evolucionado hacia el desarrollo de sistemas y procesos sólidos que crean seguridad en las instituciones de salud (IS), en lugar de centrarse únicamente en el desempeño individual y la reacción a los errores. Estas organizaciones que operan de manera segura en entornos de alto riesgo se conocen como organizaciones de alta confiabilidad, y reconocen la constante posibilidad de errores. Su objetivo principal es desarrollar estrategias para prevenir, identificar y mitigar los errores y sus efectos antes de que causen daños.

Como bien sostiene Dekker (2006), el error se define como el hecho de que una acción planificada no se complete según lo previsto (error de ejecución) o el uso de un plan incorrecto para lograr un objetivo (error de planificación). Sin embargo, investigadores modernos de seguridad como Boadu y Rehani (2009) advierten contra el énfasis excesivo en la clasificación de errores y la medición cuantitativa en la creación de seguridad en un entorno complejo. Los errores de irradiación pueden abarcar desde la sobreexposición a la radiación hasta la irradiación del paciente o la zona incorrecta (Oyebode, 2013). En este sentido, esta idea constituye de lo propuesto en Robertson (2018), encontrar las causas raíz de fallas recurrentes implica aspectos como el impacto del volumen y la complejidad, la negligencia, la falta de conocimiento, la mala comunicación, la escasez de personal, el exceso

de carga de trabajo, el equipo inadecuado y la falta de disponibilidad de información clínica, entre otros. Brindar soluciones consistentes y procesables para reducir la probabilidad de que se repitan los incidentes es un desafío. Por tanto, la seguridad del paciente puede mejorarse reconociendo que ocurren eventos adversos, aprendiendo de ellos y trabajando para prevenirlos.

Parte de la solución implica mantener una cultura comprometida con la identificación de desafíos de seguridad e implementar soluciones prácticas, en lugar de una cultura de culpa, vergüenza y castigo. Por tanto, las instalaciones médicas, como organizaciones de atención médica, deben crear una cultura de seguridad centrada en la mejora del sistema que reconozca los errores médicos. Todos los miembros del equipo de atención médica tienen un papel que desempeñar para brindar una atención más segura a los pacientes y al personal de salud (Carey *et al*, 2018).

Existen causas tipológicas de errores como son:

Los errores de omisión se producen por falta de acción.

Por ejemplo, no asegurar al paciente en una silla de ruedas o asegurar la camilla antes de mover al paciente. Los errores de puesta en marcha se producen por un funcionamiento incorrecto. Los ejemplos incluyen irradiar al paciente equivocado y luego cul-

par al paciente equivocado. Los profesionales de la imagen experimentan profundos efectos psicológicos como la ira, la culpa, la insuficiencia y la frustración debido a fallas reales o percibidas.

La amenaza de juicios pendientes puede exacerbar estos sentimientos. También puede conducir a una pérdida de confianza clínica. Los médicos equiparan las malas acciones con el fracaso, el abuso de la confianza y el daño a los pacientes a pesar de su mandato de “primero no hacer daño”. Como resultado, la seguridad del paciente a menudo depende la eficacia del servicio, y la atención se ha centrado en prevenir resultados adversos (Grober, 2005). Por ejemplo:

Error activo

Los errores activos son los que tienen lugar entre una persona y un aspecto de un sistema más grande en el punto de contacto; además, los cometen personas en primera línea, como médicos y enfermeras. Por ejemplo, Hacerle la ecografía al paciente equivocado, la intervención al miembro equivocado o realizar el diagnóstico equivocado, como también la mala utilización de la placa radiográfica para la zona afectada entre otros son error activo (La Pietra *et al*, 2005)

Acontecimiento adverso

Un evento adverso es una lesión que generalmente es causada por un error de

tratamiento médico o quirúrgico en lugar de una condición médica subyacente del paciente. Los eventos adversos se pueden prevenir al no seguir las prácticas aceptadas a nivel sistémico o individual.

- No todos los resultados adversos son el resultado de un error; por lo tanto, solo *los eventos adversos prevenibles* se atribuyen al error médico.
- Los eventos adversos pueden incluir lesiones no deseadas, hospitalización prolongada o discapacidad física que resulte del manejo médico o quirúrgico del paciente.
- Los eventos adversos también pueden incluir complicaciones derivadas de una hospitalización prolongada o por factores inherentes al sistema de salud. (Brady, 2016)

Error latente

Estos son errores en el diseño del sistema o proceso, instalación defectuosa o mantenimiento del equipo, o estructura organizativa ineficaz. Estos están presentes pero pueden pasar desapercibidos durante mucho tiempo sin efectos nocivos.

Negligencia

Tanto los errores médicos de comisión como los de omisión constituirían negligencia médica. De hecho, cualquier instancia en la que un médico, tecnólogo en imágenes u otro miembro del equipo de atención

médica no use su capacitación para tratar adecuadamente a un paciente podría alcanzar el nivel de negligencia médica.

Es importante tener en cuenta que no todas las situaciones en las que ocurre un evento adverso justifican que presente un reclamo por negligencia médica. Debe ser capaz de probar la responsabilidad para hacerlo.

Enseñanza del paciente

Muchos personal asistencial hace omisión de informar la enseñanza del paciente y no pueden educar adecuadamente a los pacientes sobre sus condiciones, medicamentos o cómo manejar su enfermedad por sí mismos para mantener la calidad de vida. Por ello los tecnólogos y médicos radiólogos deben enfatizar en la enseñanza al paciente, lo cual tiene un valor tremendo para la seguridad del paciente al garantizar que ellos se adhieran a los planes del procedimiento y usen correctamente su equipo.

Seguimiento del paciente

El personal sanitario de radiología debe realizar seguimiento de los pacientes con respecto a su atención o verifican si el paciente se adhiere a las recomendaciones después del pos-procedimiento, como es la aplicación del medio de contraste y cómo evoluciona si hubo reacción.

SopORTE emocional

Muchos del personal sanitario no brinda a los pacientes el apoyo emocional adecua-

do cuando los pacientes se enteran de sus nuevos diagnósticos, lo cual también hacen parte de abordar las necesidades de atención urgente lo que puede llevar a omitir otros incidentes.

Error Diagnostico

El conocimiento de los errores y sus causas subyacentes puede aumentar potencialmente el rendimiento del diagnóstico y reducir el daño individual. De acuerdo a lo anterior, El término “error” se describe como ausencia de incertidumbre sobre el hallazgo correcto, sin posibilidad de disputa o desacuerdo, mientras que la palabra “discrepancia” se refiere a diferencias justificables de opinión entre colegas (Itri *et al*, 2018).

En ese orden, el error diagnóstico es una condición que puede dañar al paciente, sin causa aceptable y sin datos científicos para su defensa, aprobado por todos los expertos en este campo. Por ello la discrepancia se refiere a una diferencia razonable de opinión entre los radiólogos acerca de un hallazgo o diagnóstico. Se diferencia del error porque las discrepancias pueden justificarse en función de una variedad de datos científicos, como información clínica, resultados de laboratorio o patrones radiológicos

Otros tipos de errores radiológicos comunes

Los errores de diagnóstico constituyen un problema grande y complejo que debe abordarse, ya que pueden impedir el manejo adecuado del paciente y un diagnóstico tardío

podría tener consecuencias importantes. Se han propuesto diferentes clasificaciones en varios momentos para la clasificación de los errores de diagnóstico para facilitar su comprensibilidad. La clasificación más ampliamente aceptada fue desarrollada por Kim y Mansfield. Según esta clasificación, los errores de diagnóstico se examinan en 12 grupos según la causa del error (Bruno, 2015).

Error de lectura excesiva o falso positivo

En este escenario, se detecta una anomalía durante el examen radiológico. Sin embargo, a este hallazgo se le da más valor clínico del que merece y, en consecuencia, puede causar un esfuerzo diagnóstico/terapéutico innecesario (Kim, 2014).

Error de razonamiento defectuoso

En este tipo de error, se cree que los hallazgos radiológicos anormales detectados están asociados con una entidad clínica falsa, principalmente debido a sesgos cognitivos como el sesgo retrospectivo o el sesgo de atribución (Brady *et al*, 2012).

Error de falta de conocimiento

Este tipo de error ocurre como señala Brady *et al* (2012) cuando se advierte un hallazgo patológico pero no puede interpretarse correctamente debido a la falta de conocimiento adecuado o experiencia del radiólogo sobre el hallazgo, a pesar de la disponibilidad de información clínica adecuada (Walker *et al*, 2008).

Error de sublectura

Este es el tipo de error más común, en el que un examen se informa como normal, aunque hay un hallazgo anormal innegable y detectable (Kim, 2014).

Error relacionado con la mala comunicación

En este escenario, el hallazgo anormal se reconoce y se informa con precisión. Sin embargo, el mensaje de diagnóstico no se entrega al médico debido a problemas relacionados con la comunicación. En algunas circunstancias, los remitentes pueden no ser conscientes de la importancia de los hallazgos informados en el informe de radiología debido a fallas individuales en la comunicación entre el radiólogo y el médico o problemas sistémicos como la falta de reuniones multidisciplinarias y trabajo en equipo, mayor carga de trabajo y falta de personal. Los errores de comunicación deficientes también pueden deberse a que los remitentes no comprenden los informes de radiología, la falta de conocimiento sobre el significado de los hallazgos radiológicos o sus propios sesgos. Por último, pero no menos importante, los errores tipográficos en el informe pueden interrumpir la comunicación entre el radiólogo y el remitente (Walker *et al.*, 2008).

Error relacionado con la técnica

Este error ocurre debido a la baja calidad técnica, las imprecisiones durante el proceso de adquisición de imágenes o la selección de una técnica o modalidad incorrecta,

lo que reduce la posibilidad de detectar hallazgos anormales y, en ocasiones, imposibilita el diagnóstico (Brady *et al.*, 2012).

Error relacionado con el examen previo

La causa subyacente de este error es saltarse el paso de “comparación con exámenes anteriores”, que es indispensable durante la evaluación radiológica. Cada evaluación debe compararse con exámenes anteriores para aumentar la probabilidad de detectar hallazgos patológicos. Sin embargo, al hacer esto, se debe tener cuidado con el error de ‘satisfacción del informe’ que se explicará más adelante (Brady *et al.*, 2012).

Error relacionado con la historia

Este error incluye fallas en el informe inexacto cuando el radiólogo no cuenta con información adecuada o correcta sobre la historia clínica del paciente (Bruno, 2015).

Error relacionado con la ubicación

El error relacionado con la ubicación se caracteriza por la incapacidad de reconocer el hallazgo patológico, que se ve dentro de los límites del examen pero cae fuera del área examinada a propósito, especialmente en los bordes del área evaluada (Kim, 2014).

Satisfacción de búsqueda

Cuando el radiólogo define un hallazgo patológico durante la evaluación, otros hallazgos pueden pasarse por alto debido a la satisfacción de la evaluación y la pérdida de motivación. Por lo tanto, los hallazgos

adjuntos pueden subestimarse incluso si se ven muy claramente. (Walker *et al*, 2008).

Complicación Como descripción general,

Las complicaciones son las condiciones que ocurren durante o después de los procedimientos y están directamente relacionadas con la naturaleza del procedimiento. Son sucesos imprevistos y pueden ocurrir incluso en condiciones ideales, por lo que es controvertido definirlos como errores (Walker *et al*, 2008). Sin embargo, según la clasificación de Kim-Mansfield, el término “complicación”, como tipo de error, se refiere a un evento adverso relacionado con procedimientos radiológicos invasivos (Kim, 2014).

Satisfacción del informe

Resulta de tener una confianza indebida en los informes previos del paciente. En consecuencia, si se ha realizado una valoración errónea en el informe anterior, se repetirá. Este tipo de error está estrechamente relacionado con el sesgo aliterado (Brady *et al*, 2012).

De ese modo, unas prospectivas estratégicas dadas por ESR (2020) reducir los errores basados en reglas y conocimientos que incluyen una mayor supervisión, capacitación y entrenamiento adicional, práctica deliberada y apoyo inteligente para la toma de decisiones con su equipo de trabajo. Por ello, varios objetivos de seguridad del paciente para ayudar a las instituciones y los profesionales de la

salud a crear un entorno de práctica más seguro para pacientes y aseguradores.

- Reconocer los accidentes y riesgos para la seguridad del paciente.
- Registrar a los pacientes correctamente confirmando la identidad de al menos dos formas.
- Optimizar la información, como hacer llegar rápidamente los resultados de las pruebas a la persona correcta.
- Use los medicamentos de manera correcta y segura, verifique dos veces las etiquetas y pase correctamente los medicamentos del paciente.
- Etiquete todos los medicamentos, incluso los de jeringa. Esto debe hacerse preferentemente en el área donde se preparan los medicamentos.
- Para prevenir infecciones nosocomiales, el lavado de manos debe ser rutinario antes y después de su atención en el servicio de radiología.
- Utilice la dosis correcta de radiación.
- Revisar periódicamente el mantenimiento de los equipos tecnológicos ya sean emisores como generadores de radiación, asimismo con el conjunto de tecnología de digitalización.

Por tal motivo, las instituciones gubernamentales como privadas legales y médicas deben trabajar en colaboración para

eliminar la cultura de la culpa y mantener la responsabilidad. Cuando se supere este desafío, las instituciones de atención de la salud no se verán limitadas a la hora de medir objetivos para la mejora de procesos, incluidos todos los errores, incluso con resultados adversos (Schimtz *et al.*, 2011)

Conclusiones

Este artículo presenta una idea del papel del talento humano del servicio de Radiología en la seguridad del paciente. Subraya la importancia la revisión literaria e investigativa con bases sólidas, rico en contenido y alcance en temas de seguridad del paciente. Los médicos radiólogos y tecnólogos tienen un papel fundamental en la conducción de la cultura de la seguridad del paciente y las responsabilidades como profesionales hacia sus pacientes. Varios autores han abogado por la inclusión y expansión de la seguridad del paciente en todo el entorno o lugar de trabajo y garantizar su aplicabilidad para asentar un conocimiento sólido de la seguridad del paciente en nuestras instituciones de salud. Además la atención asistencial de los colaboradores, deben analizar los “casi accidentes”, así como los eventos adversos que realmente ocurren debido a fallas en la justificación de imágenes médicas, optimización y otros errores humanos y de máquinas. Cuando ocurre un evento adverso, la prioridad inicial es limitar el daño adicional al paciente. Por tanto, una buena práctica

ética, es informar a los pacientes y responder a sus preguntas sobre los eventos adversos. Posteriormente, los eventos deben discutirse entre los miembros del equipo de atención médica para planificar cómo se pueden prevenir dichos eventos en el futuro, así NO crear una cultura de culpabilizar al momento de informar.

Referencias

1. Instituto Lucian Leape. *Necesidades insatisfechas: enseñar a los médicos a brindar atención segura al paciente*. Boston, MA: Fundación Nacional para la Seguridad del Paciente; 2010. <https://bit.ly/3yeTdt2>
2. Adler A. & Carlton, R. *Introducción a las ciencias radiológicas y de imágenes y atención al paciente*. St. Louis, MO: Elsevier; 2019. <https://www.elsevier.com/books/introduction-to-radiologic-and-imaging-sciences-and-patient-care/978-0-323-56671-1>
3. Al Ewaidat H, Zheng X, Khader Y, Spuur K, Abdelrahman M, Alhasan, M. y Al-Hourani Z. *et al.* **Conocimiento y conciencia de la dosis de radiación de la TC y el riesgo entre los pacientes**. *Revista de ecografía médica de diagnóstico*, 2018; 34 (5), 347-355. doi: 10.1177 / 8756479318776214 <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/8756479318776214>
4. Pahade, J, Trout, A, Zhang B, Bhambhvani P, Muse V, Delaney L, Goske M. *et al.* **Lo que los pacientes quieren saber sobre los exámenes por imágenes: una encuesta multiinstitucional de EE. UU. En hospitales de enseñanza para adultos y pediátricos sobre las preferencias de los pacientes para recibir información antes de los exámenes radiológicos**. *Radiología*; 2018, 287 (2), 554–562. doi: 10.1148 / radiol.2017170592
5. Halliday K, Maskell G, Beeley L, *et al.* **Informe Nacional de Especialidad del Programa GIRFT de Radiología**; 2020. <https://gettingitrightfirsttime.co.uk/wp-content/uploads/2020/11/GIRFT-radiology-report.pdf>

6. Röntgen WC. *On a new kind of rays*. *Science*. 1896 Feb 14; 3 (59):227–31. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/3/59/227>
7. World Health Organisation. *Ionizing radiation, health effects and protective measures*. Retrieved from. 2016. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
8. Webster A. *Tecnologías sanitarias innovadoras y lo social: redefiniendo la salud, la medicina y el cuerpo*. *Sociología actual*. 2002; 50(3):107-122 <https://www.jstor.org/stable/4132319>
9. Vincent C. *Sistemas de información y aprendizaje. Seguridad del paciente*. 2ª ed. Chichester: Wiley Blackwell; 2010; págs. 75–95. <https://www.bmj.com/content/322/7285/517>
10. Organización Mundial de la Salud. *Alianza mundial para la seguridad del paciente: Proyecto de directrices de la OMS para la notificación de eventos adversos y sistemas de aprendizaje: de la información a la acción*. Ginebra. 2005; Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69797?sequence=1>
11. Sameera V, Bindra A, Rath GP. *Los errores humanos y su prevención en la asistencia sanitaria*. *J Anesthesiol Clin Pharmacol*; 2021; 37(3):328-335. doi:10.4103/joacp.JOACP_364_19. PMID: 34759539; PMCID: PMC8562433. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8562433/>
12. Brennan PA, Davidson M. *Mejorando la seguridad del paciente: Necesitamos reducir la jerarquía y empoderar a los médicos jóvenes para que hablen*. *BMJ*. 2019; 366: 14461. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31266748/>
13. Makeham MAB, Stromer S, Bridges-Webb C, Mira M, Saltman DC, Cooper C, Kidd MR *et al*. *Eventos de seguridad del paciente informados en la práctica general: una taxonomía*. *Atención Sanitaria Qual Saf*; 17: 53-7. 10.1136/qshc.2007.022491. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18245220/>
14. ICRP. *Las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*. Publicación ICRP 2007; 103. 37 (2-4):1-332. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18082557/>
15. Frane N, Megaw A, Stapleton E, Ganz M, Bitterman AD. *Exposición a la radiación en ortopedia*. *JBJs*. 2020; Ene; 8 (1):e0060. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31899700/>
16. Hayda RA, Hsu RY, DePasse JM, Gil JA. *Exposición a la radiación y riesgos para la salud de los cirujanos ortopédicos*. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;26 (8):268-277. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28648410/>
17. Matityahu A, Duffy RK, Goldhahn S, Joeris A, Richter PH, Gebhard F. The Great Unknown: *Una revisión sistemática de la literatura sobre el riesgo asociado con las imágenes intraoperatorias durante las cirugías ortopédicas*. *Lesión*. 2017 agosto; 48 (8):1727-1734. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28648410>
18. Zielinski JM, Shilnikova NS, Krewski D. *Registro Nacional Canadiense de Dosis de trabajadores radiactivos: descripción general de la investigación desde 1951 hasta 2007*. *Int J Occup Med Environ Health*. 2008; 21 (4):269-75. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19228574/>
19. Hamada N, Fujimichi Y. *Clasificación de los efectos de la radiación con fines de limitación de dosis: historia, situación actual y perspectivas futuras*. *J Radiación*; 2014; 55 (4):629-40.
20. López M, Martín M. *Manejo médico del síndrome agudo de radiación*. *Rep Pract Oncol Radiother*; 2011, 16 (4): 138-46.
21. Bushong S. *Manual De Radiología Para Técnicos: Física, Biología Y Protección Radiológica*. 2010; 9.ª ed. Barcelona: Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/radiologic-science-for-technologists/978-0-323-35377-9>
22. Conklin T. *Una historia de fracaso En: Investigaciones previas al accidente*. Farnham, Surrey, Inglaterra: Ashgate, 2019 1–16. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315246178/pre-accident-investigations-todd-conklin>
23. Rydenfält C, Ek A, Larsson PA. *Cumplimiento de la lista de verificación de seguridad y una falsa sensación de seguridad: nuevas direcciones para la investigación*. *BMJ Qual Saf*. 2014; 23:183–6 <https://qualitysafety.bmj.com/content/23/3/183>
24. Corbin J, Strauss A. *Fundamentos de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (3.ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sabio. Métodos de Investigación Organizacional. 2009, 12(3):614-617. doi:10.1177/1094428108324514 10.

25. Levitt H, Motulsky S, Wertz F, Morrow S, Ponterotto J. *Recomendaciones para diseñar y revisar investigaciones cualitativas en psicología: promover la integridad metodológica.* Psicología cualitativa. 2017; 4(1), 2–22. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fqap0000082%2011>.
26. Gopaldas A. *A front-to-back guide to writing a qualitative research article. Qualitative Market Research: An International Journal.* 2016 Jan 11;19(1):115–21. <https://doi.org/10.1108/QMR-08-2015-0074>
27. Mayeda-Letourneau J. *Manipulación y movimiento seguro del paciente: una revisión de la literatura. Rehabilitación;* 2014, Nurs 39:123–129 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rnj.133>
28. Vega P. *Consentimiento informado en Medicina Práctica clínica e investigación biomédica* Informed consent for clinical practice and clinical research. Rev Chil Cardiol. 2017; 36: 57-66 <https://bit.ly/3IT0MrY>
29. European Society of Radiology (ESR) *Clinical Audit booklet* Esperanto. Sociedad Europea de Radiología, Viena; 2017. <https://www.myesr.org/sites/default/files/The%20ESR%20Clinical%20Audit%20booklet%20Esperanto.pdf>
30. Organización Mundial de la Salud. *Comunicación de riesgos de radiación en imágenes pediátricas;* 2016. https://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/radiation-risks-paediatric-imaging/en/
31. Appelbaum PD. *Práctica clínica. Evaluación de la competencia de los pacientes para dar su consentimiento al tratamiento.* N Engl J Med 2007; 357: 1834-40.
32. Heyer, C. M., Thüring, J., Lemburg, S. P., Kreddig, N., Hasenbring, M., Dohna, M. y Nicolas, V. *Ansiedad de los pacientes sometidos a imágenes por TC: ¿un problema subestimado?* Radiología académica, 2015; 22 (1), 105-112. doi: 10.1016 / j.acra.2014.07.014
33. Feldman M, Orlikowsky, W. *Práctica de la teorización y práctica de la teoría. Ciencias de la organización,* 2011; 22 (5), 1240-1253. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1100.0612>
34. Migliorini M, Portelli J. *Comunicación eficaz por parte de los radiógrafos: en el centro de la seguridad del paciente.* ISRRRT Special edition on World Radiography Day (2019); 30-33
35. Declaración de posición de ISRRRT del radiólogo. *El papel del tecnólogo en la atención y seguridad del paciente.* 2022. https://www.isrrt.org/pdf/WRD_2022_special%20edition_WEB.pdf
36. Sociedad Europea de Radiología (ESR) Colegio Americano de Radiología (ACR) *Informe de la cumbre mundial de 2015 sobre calidad y seguridad radiológicas.* Insights Imaging, 2015, 7(4):481–484 <https://link.springer.com/article/10.1007/s13244-016-0493-6>
37. Sociedad Europea de Radiología (ESR), Federación Europea de Sociedades de Radiología (EFRS). *Seguridad del paciente en imágenes médicas: un artículo conjunto de la Sociedad Europea de Radiología (ESR) y la Federación Europea de Sociedades de Radiógrafos (EFRS).* 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1078817419300094>
38. Clement O, Dewachter P, Mouton-Faivre C *et al.* *Hipersensibilidad inmediata a los agentes de contraste: el estudio francés CIRTACI de 5 años.* Medicina clínica 2018. 1:51–61 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589537018300087>
39. Bellin MF, Jakobsen JA, Tomassin I *et al* *Lesión por extravasación del medio de contraste: pautas para la prevención y el manejo.* Eur Radiol; 2002. 12:2807–2812
40. Morales-Cabeza, C. Roa-Medellín, D. Torrado, I. *et al.* *Reacciones inmediatas a los medios de contraste yodados* Ann Allergy Asthma Immunol, 2017; 119, págs. 553 - 557
41. Mamede FMB, Gama ZA da, PJ. *Saturno-Hernández Mejora de la calidad de los exámenes radiológicos: eficacia de un enfoque participativo interno* Int J Qual Heal Care , 2017; 29, págs. 420 - 426 ,10.1093/intqhc/mzx026 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85021351173&origin=inward&txGid=1554348aa77f6446261a270e6501baf0>
42. OCDE, Health at a Glance: *Indicadores de la OCDE* Publicaciones de la OCDE, París, 2019, 10.1787/4dd50c09-es
43. Kohn LT, Corrigan J, Donaldson MS. *Errores en la atención de la salud: una de las principales causas de muerte y lesiones. En: Errar es de humanos: construyendo un sistema de salud más seguro.* Washington, DC: Prensa de la Academia Nacional, 2000; 26–48. Google Académico

44. Dekker S. **La causa es algo que construyes. En: La guía de campo para comprender el error humano.** Farnham, Surrey, Inglaterra: Ashgate; 2006. 73–80.
45. Boadu M, Rehani MM. **Unintended exposure in radiotherapy: identification of prominent causes.** *Radiother Oncol.* 2009; 93(3):609–17. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2009.08.044> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19783058>
46. Oyeboode F. **Errores clínicos y negligencia médica.** *Practica Med Princ.* 2013; 22 (4):323-33. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23343656/>
47. Robertson JJ, Long B. **Sufrimiento en silencio: error médico y su impacto en los proveedores de atención médica.** *J Emerg Med.* 2018; Abril; 54 (4):402-409. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29366616/>
48. Carey M, Herrmann A, Hall A, Mansfield E, Fakes K. **Explorando la alfabetización en salud y las preferencias para la comunicación de riesgos entre los pacientes de oncología médica.** *Más uno.* 2018; 13 (9):e0203988.
49. Grober ED, Bohnen JM. **Definición de error médico.** *Can J Surg.* 2005; febrero; 48 (1): 39-44. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15757035/>
50. La Pietra L, Calligaris L, Molendini L, Quattrin R, Brusaferrero S. **Errores médicos y gestión de riesgos clínicos: estado del arte.** *Acta Otorrinolaringol Ital.* 2005 diciembre; 25 (6):339-46. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16749601/>
51. Brady AP **Error y discrepancia en radiología: ¿inevitable o evitable?** *Insights Imaging;* 2016, 8(1):171–182. <https://doi.org/10.1007/s13244-016-0534-1>
52. Itri JN, Tappouni RR, McEachern RO, Pesch AJ, Patel SH. **Fundamentos del error de diagnóstico en imágenes.** *Radiografías.* 2018, 38 (6): 1845–1865. <https://doi.org/10.1148/rg.2018180021>
53. Bruno MA, Walker EA, Abujudeh HH. **Comprender y confrontar nuestros errores: la epidemiología del error en radiología y estrategias para la reducción de errores.** *Radiografías.* 2015. 35 (6): 1668- 1676. <https://doi.org/10.1148/rg.2015150023>
54. Kim YW, Mansfield LT. **Engáñame dos veces: diagnósticos retrasados en radiología con énfasis en errores perpetuados.** *AJR Am J Roentgenol.* 2014. 202(3):465–470. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.11493>
55. Brady AP, Laoide RO, McCarthy P, McDermott R. **Discrepancia y error en radiología: conceptos. Causas** *Conseq Ulster Med J.* 2012; 81(1):3–9 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3609674/>
56. Walker JM, Carayon P, Leveson N, Paulus RA, Tooker J, Chin H, Bothe A, Stewart WF. **Seguridad EHR: el camino a seguir hacia sistemas seguros y efectivos.** *J Am Med Inform Assoc.* 2008 mayo-junio; 15 (3):272-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18308981/>
57. Sociedad Europea de Radiología. **La identidad y el papel del radiólogo en 2020: una encuesta entre los miembros radiólogos de pleno derecho de la ESR.** *Perspectivas de imágenes.* 2020; 11:130. <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00945-9>
58. Schultz SR, Watson RE, Prescott SL, Krecke KN, Aakre KT, Islam MN, Stanson AW. **Informe de eventos de seguridad del paciente en un gran departamento de radiología.** *AJR Am J Roentgenol.* 2011 septiembre; 197 (3): 684-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21862812/>

Evaluación antioxidante de compuestos fenólicos obtenidos en la fermentación de residuos en la poscosecha de *Theobroma cacao L.*

Evaluation of phenolic compounds obtained from post-harvest fermentation of residues of *Theobroma cacao L.*

Nelson Alfonso Vega¹, Nicolás Santiago Gutiérrez²

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal la evaluación de los compuestos fenólicos obtenidos de la fermentación de los residuos sólidos en la poscosecha del cacao (*Theobroma cacao L.*) como antioxidantes, para ello con el que se utilizaron 15 kg de cacao con el que se realizó la extracción del mucilago del cacao del que se, tomo 1 muestra diaria para la medición de pH, la identificación de los compuestos fenólicos se realizó mediante cromatografía por HPLC/DAD, en la cual se detectaron compuestos como teobromina, teofilina, epigallocatequina, catequina, epicatequina, ácido p-hidroxibenzoico, cafeína, acadio cafeico, ácido vanílico, epigallocatequina galato, ácido p-cumárico, entre otros, la determinación de la actividad antioxidante es lo que se evaluara, se realizó por la decoloración del Beta-caroteno el cual decolora rápidamente sin la presencia de un antioxidante, la aplicación de los compuestos fenólicos se realizaron en productos cárnico embutidos tipo chorizos, en donde se sometieron a una evaluación sensorial para mirar su posible aceptación lo que permitió concluir que de los compuestos fenólicos extraídos del extracto de *Theobroma cacao L.* (mucilago) se pudo establecer que estos son una fuente importante de antioxidantes naturales.

Palabras clave: cacao, cromatografía, compuestos fenólicos, fermentación, inhibición, potencial.

1. Grupo de investigación GICITECA Universidad Francisco de paula Santander, Cúcuta Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5013-2146>

2. Grupo de investigación GICITECA Universidad Francisco de paula Santander, Cúcuta Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9543-9301>

Correspondencia: nealvec6@gmail.com

Abstract

The main objective of this research is to evaluate the potential of phenolic compounds obtained from the fermentation of solid residues in the post-harvest of cocoa (*Theobroma cacao*) in order to obtain the cocoa mucilage, 15 kg of cocoa were used for the extraction of the cocoa mucilage, which was subjected to a fermentation process for 5 days, The identification of phenolic compounds was carried out by HPLC/DAD chromatography, in which compounds such as theobromine, theophylline, epigallocatechin, catechin, epicatechin, and p-hydroxybutyric acid were detected, p-hydroxybenzoic acid, caffeine, acadio caffeic acid, vanillic acid, epigallocatechin gallate, p-coumaric acid, among others, the determination of antioxidant activity was carried out by the decolorization of beta-carotene, which decolorizes rapidly without the presence of an antioxidant, The application of the phenolic compounds was carried out in sausage-type sausage products, where they were subjected to a sensory evaluation to see their possible acceptance, which allowed us to conclude that the phenolic compounds extracted from the extract of *Theobroma cacao* (mucilage) were an important source of natural antioxidants.

Keywords: cocoa, chromatography, phenolic compounds, fermentation inhibition, potential

Introducción

Colombia cuenta con condiciones agroecológicas óptimas y excelentes materiales genéticos para la producción de cacao de grano fino, suave y un magnífico aroma [1]. Algunos estudios de [2], han descrito el origen de *Theobroma cacao* L. en la amazonia comprendida entre Colombia, Perú y Ecuador, siendo este un producto importante en los mercados de estos países [3], en Colombia *Theobroma cacao* L. ha venido en crecimiento que de acuerdo con [4], la mayor producción de cacao se dado en los municipios de San Vicente del Chucurí y Landázuri respectivamente los cuales

son característicos no solo por la cantidad, sino también por la calidad; lo que motiva a plantear una solución para tratar, aprovechar y controlar la producción de la cascara de mazorca del cacao por ser el residuo más abundante y frecuente de la post cosecha [5], es por ello que autores como [6], mencionan que estos residuos son arrojados en el ambiente, como es caso de la cascara y el mucilago obtenido, siendo estos residuos los de mayor abundancia en este tipo de cultivos [7]. Este último ha sido utilizado para la elaboración de bebidas fermentadas [8], ya que este contiene de 10 a 15% de azúcar haciéndolo esencial para la producción de etanol [9], por lo que autores como [10], reportan que más de 70 litros de este

material se pierden a diario. Otro aspecto importante tiene que ver con las almendras; De acuerdo con [11], estas son ricas en polifenoles siendo estos compuestos los responsables del sabor y el aroma del cacao, es por ello que en la presente investigación el objetivo fue evaluar la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos obtenidos en el proceso de fermentación de los residuos en la poscosecha del cacao (*Theobroma cacao* L.) para la conservación de un producto cárnico embutido.

Materiales y métodos

El desarrollo de la investigación se dio en cinco etapas importantes, la primera etapa comprendió obtención del mucilago del (*Theobroma cacao* L.), como segunda etapa se llevó a cabo la fermentación del extracto, en la tercera etapa se realizó la determinación de los compuestos fenólicos mediante análisis por cromatografía, como cuarta etapa se realizó la evaluación de la actividad antioxidante mediante la utilización de la solución β -caroteno, como última etapa se realizó la preparación de un embutido cárnico y posterior análisis sensorial para la aceptación del producto.

Obtención del mucilago del (*Theobroma cacao* L.).

Para la obtención del mucilago del cacao se utilizaron 15 kg de *Theobroma cacao* L, en la cual se realizó un corte transversal a la ma-

zorca, extrayendo la semilla separando el grano del mucilago y así obtener el exudado.

Fermentación

El proceso fermentativo se realizó por un periodo de 5 días a temperatura ambiente, utilizando una levadura comercial, la cual se activó en una solución al 10 % de sacarosa durante 10 minutos en incubadora a 27 °C, controlado el proceso cada 12 horas, con tomo de muestra para analizar pH y grados Bx°. Este se llevó a cabo en un vaso fermentador de vidrio sellado por un tapón de corcho natural, al cual se le inserto una manguera produciendo una trampa de aire, permitiendo la salida de CO₂ producto de la fermentación a su vez impidiendo la entrada de cualquier producto contaminante; mientras que por la otra vía se dejó libre para la toma de muestra.

La determinación de los compuestos fenólicos por análisis por cromatografía

Para el análisis por cromatografía se realizó la preparación de las muestras analizadas disolviendo la muestra en una mezcla de metanol: agua al 0.2% en ácido fórmico (1:1), Vórtex (5 min) y posterior sonicación por 5 min y seguidamente inyección al equipo cromatográfico, se utilizó un cromatógrafo líquido de ultra-alta eficiencia (UHPLC), Dionex Ultimate 3000 (Thermo Scientific, Sunnyvale, CA, EE.UU.), equipado con una bomba binaria de gradiente

(HP G3400RS), un inyector automático de muestras (WPS 300TRS) y una unidad termostada para la columna (TCC 3000). La interfaz del LC-MS fue la electronebulización (ESI) y el espectrómetro de masas fue de alta resolución con un sistema de detección de corrientes de iones Orbitrap. Operado en modo positivo con un voltaje de capilar de 4,5 kV. Se utilizó una Columna Hypersil GOLD Aq (Thermo Scientific, Sunnyvale, CA, EE.UU.; 100 x 2.1 mm, 1.9 μm de tamaño de partícula) a 30 °C, la fase móvil fue A: una solución acuosa de 0,2% de formiato de amonio y B: acetonitrilo con 0,2% de formiato de amonio. La condición inicial de gradiente fue de 100%, cambiando linealmente hasta 100% B (8 min); se mantuvo durante 4 min; el retornó a las condiciones iniciales en 1 min; el tiempo total de corrida fue de 13 min, con 3 min para post-corrída. La identificación de los compuestos se realizó usando el modo de adquisición full scan y la extracción de corrientes iónicas (EIC) correspondientes a los $[M+H]^+$ de compuestos de interés, medición de masas con exactitud y precisión de $\Delta\text{ppm} < 1$ y usando una solución-mix estándar de los compuestos (sustancias certificadas estándar), para la cuantificación de los analitos de interés se realizaron curvas de calibración empleando los materiales de referencia certificados.

Evaluación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante se trabajó basada en la metodología planteada por [12] para la cual se preparó una solución stock con 0.08 gramos de Beta-caroteno en 60 ml de cloroformo, y se realizaron disoluciones de concentración de 0.1, 0.3, 0.4 y 0.6 M respectivamente, estas fueron dejadas evaporación hasta la sequedad, posteriormente se agregaron a cada frasco 0.02 ml de ácido linólico, 0.2 ml de Tween 20 y 0.2 ml de los extractos crudos. Las muestras se agitaron y posteriormente se agregaron 20 ml de agua oxigenada al 5% y se leyó la absorbancia a 470 nm, seguidamente las muestras fueron sometidas a ultrasonido en baño a 40°C, leyendo su absorbancia cada 10 minutos durante 120 minutos, el valor de la actividad antioxidante se calculó teniendo en cuenta la ecuación propuesta por [13], como un porcentaje de inhibición relativa para el control, la actividad antioxidante (AA).

$$AA = \frac{(R_{control} - R_{muestral})}{R_{control}} * 100$$

$$R = \left(In \frac{A_0}{A_t} \right) / t$$

Tomando a R como la velocidad de degradación de la muestra control, A0 como la absorbancia de la muestra control en el tiempo cero y At como absorbancia de la muestra control en el tiempo t.

Resultados

Extracción del mucilago

Del proceso de extracción realizado se obtuvo un total de 1500 ml de mucilago de cacao de los 15 kg de (*Theobroma cacao L.*) mencionados anteriormente .

Fermentación

Como resultado del proceso de fermentación se obtuvo 1300 ml del extracto con valores de pH entre 3.90 y 4.04, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de pH y Grados Bx° del extracto.

Día	pH	Grados Bx°
0	3,90	17
1	3,91	17
2	3,98	17
3	4,02	17
4	4,04	17
5	4,05	17

Determinación cuantitativa de compuestos fenólicos

El análisis cromatográfico cuantitativo reporto la presencia de 30 compuestos fenólicos como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Compuestos fenólicos identificados, por UHPLC-ESI

Compuesto	tR min	NMC mg kg ⁻¹	Concentración en las muestras mg kg ⁻¹
			992560-01-EB
			Muestra mucilago de cacao
Teobromina	2.6	0.1	34.4
Teofilina	2.9	0.1	<0.1
Epigallocatequina(EGC)	2.9	0.1	<0.1
Catequina	3.1	0.1	<0.1
Epicatequina	3.3	0.1	<0.1*
Ácido p-hidroxibenzoico	3.3	0.1	<0.1
Cafeína	3.1	0.1	2.3
Ácido cafeico	4.0	0.1	<0.1
Ácido vanílico	3.3	0.1	<0.1
Epigallocatequina galato	3.3	0.1	<0.1
Ácido p- cumarico	3.6	0.1	<0.1
Epicatequina galato	3.7	0.1	<0.1
Ácido felurico	3.8	0.1	<0.1
Quercetina	4.5	0.1	0.1
Ácido rosmarinico	4.0	0.1	<2.0
Cianidina	3.8	2.0	<0.1

Compuesto	tR min	NMC mg kg ⁻¹	Concentración en las muestras mg kg ⁻¹
			992560-01-EB
			Muestra mucilago de cacao
Luteolina	4.5	0.1	<0.1*
kaempferol	5.0	0.1	<0.1
ácido trans-cinámico	4.8	0.1	<0.4
naringenina	4.9	0.4	<0.1
pelargonidina	3.6	0.1	<0.1*
Apigenina	4.9	0.1	<0.1
Pinocembrina	5.9	0.1	<2.0
Ácido carnosico	7.5	0.1	<0.1
Cianidina 3 rutinosido	3.0	0.4	<0.1
Pelargonidina 3- glucosido	3.1	0.1	<0.1
Quercetina 3-glucosido	3.6	0.1	<0.1
Kaempferol 3-glucosido	3.8	0.10.1	<0.1
Rutina	3.5	0.1	<0.1
Ácido gálico	2.1	0.1	<0.1

En cual se presenta la teobromina como el compuesto fenólico de mayor abundancia

con una concentración de 34.4mg/kg ver figura 1.

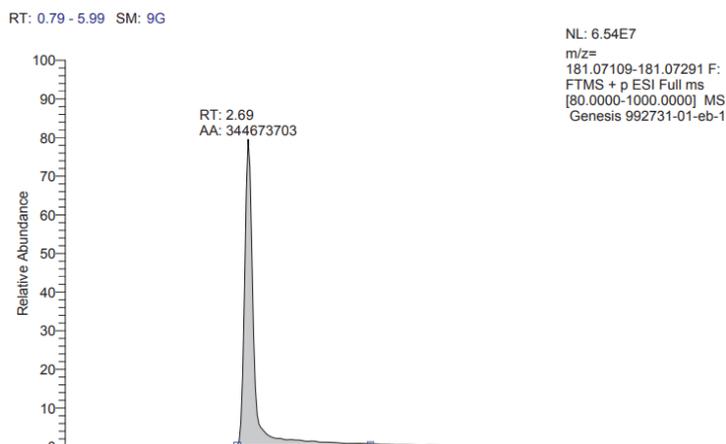


Figura 1. Fragmentograma de masas obtenidos para la teobromina

Determinación de la actividad antioxidante

En la determinación de la actividad antioxidante el Beta-caroteno se decolora rápida-

mente demostrando una disminución de la absorbancia como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Actividad antioxidante medida por la decoloración del β Caroteno a 470 nm.

TIEMPO (min)	Concentración (0,1)	Concentración (0,3)	Concentración (0,4)	Concentración (0,6)
0	1,33	1,57	1,63	1,76
Muestra sometida a ultrasonido en baño a 40 °C				
10	1,18	2,90	3,15	3,27
20	1,17	2,77	3,14	3,26
30	1,14	2,75	3,13	3,26
40	1,12	2,73	3,12	3,25
50	1,15	2,71	3,11	3,24
60	1,11	2,71	3,10	3,23
70	1,11	2,70	3,10	3,21
80	1,08	2,69	3,08	3,20
90	1,07	2,68	3,06	3,19
100	1,06	2,67	3,05	3,11
110	1,06	2,66	3,01	3,10
120	1,05	2,65	2,99	3,09

Así mismo la figura 1 muestra la disminución de la absorbancia de las diferentes concentraciones en relación al tiempo.

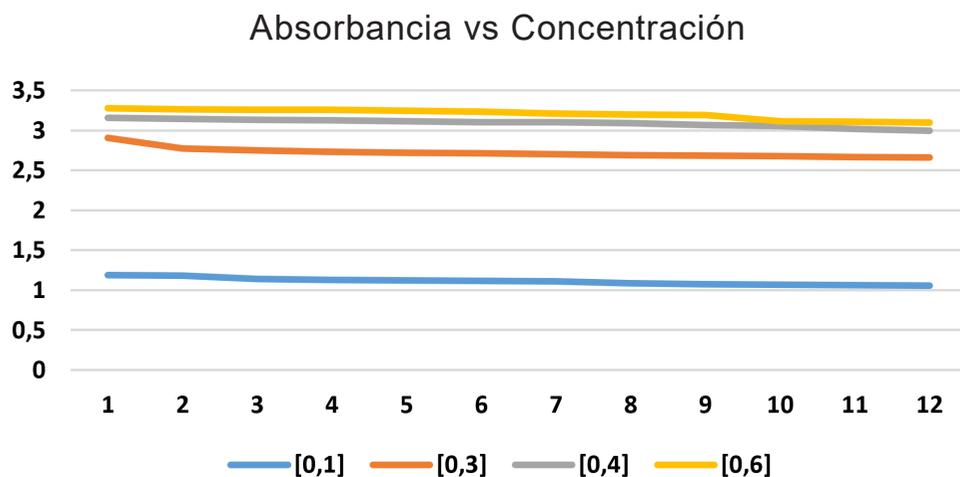


Figura 2. Disminución de la absorbancia a diferentes tiempos medidos en diferentes concentraciones.

En cuanto a la aplicación del compuesto fenólico se utilizó la metodología planteada por [14], aplicándose posteriormente en un producto embutido cárnico, utilizando tres prototipos del producto, variando el antioxidante en cada uno, para lo cual inicialmente se empleó como aditivo antioxidante, ácido ascórbico en una muestra control y dos más en muestras en las que se utilizó como antioxidantes los compuestos fenólicos extraídos de fermento del mucilago de *Theobroma cacao L.*, en una proporción de 0.2% posteriormente se realizó un análisis

sensorial del producto obtenido a 20 personas a las cuales se les presento una muestra del producto, eligiendo una opción de la escala de acuerdo a su grado de satisfacción en su color, sabor, olor, textura y aceptación general, la evaluación estadística se realizó mediante el paquete SPSS aplicando una prueba T (análisis de factor), donde se asignó un valor a cada termino, en el que 1 equivale a me disgusta mucho, 2 a me disgusta poco, 3 a ni disgusta ni me gusta, 4 a me gusta poco y 5 a me gusta mucho ver tabla 4.

Tabla 4. Resultados panel sensorial.

PANEL SENSORIAL DEL CHORIZO					
Escala	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación General
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0
Me disgusta poco	0	0	0	0	0
Ni me gusta ni me disgusta	1	1	0	1	0
Me Gusta Poco	4	7	1	7	5
Me Gusta Mucho	15	12	19	12	15
Total	20	20	20	20	20

En la tabla 5, se observa las características evaluadas en el cual los valores aceptación fueron muy cercanos, lo que indica una

aceptación del producto con respecto a cada una de las muestras elaboradas.

Tabla 5. Análisis de aceptación del producto.

		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
N	Valido	20	20	20	20	20
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		4,70	4,60	4,95	4,55	4,75
Error Estándar de la media		,128	,134	,050	,135	,099
Desv. Estándar		,571	,598	,224	,605	,444

Discusión

El extracto fermentativo obtuvo un pH bajo lo que de acuerdo [15], son valores extremadamente ácidos, que se debe principalmente a la presencia de diversos ácidos orgánicos fundamentalmente el ácido cítrico [16]. Así mismo se midieron los grados Bx° el cual se mantuvo en un valor 17 grados Bx°, valores que son comunes en los procesos de los fermentativos acusados por microorganismo [17]. así mismo la identificación de compuestos fenólicos permite establecer que polifenoles alcaloides como la cafeína y teobromina, indican la calidad organoléptica del cacao. [18], que de acuerdo con [19], estos presentan beneficios en la salud, ya que ayudan en el control de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y las derivadas del estrés celular, en cuanto a los demás compuestos identificados; las concentraciones fueron bajas, lo cual es un buen indicador antioxidante ya que previene significativamente la oxidación de sustratos [20], así mismo la disminución de la absorbancia es un indicador importante, ya que de otra forma este neutraliza los radicales libres formados sin la presencia de un antioxidante [21], en cuanto al análisis estadístico proporciono resultados que permitieron demostrar que para la muestra, el promedio se dio en un alto rango con respecto a su color, olor, sabor, textura y aceptación general, lo cual indica que el antioxidante extraído del mucílago del cacao no afecto en nada su sabor característico

del producto, ya que se encuentran fuertemente asociados con las características organolépticas [22], mostrando una alta capacidad de inhibir la oxidación en los productos cárnicos, por lo que autores como [23], [24], establecen que los polifenoles son importantes en los proceso de maduración, caracterización sensorial de los productos alimenticios, sin embargo [25], [26], en sus investigaciones mencionan que los compuestos fenólicos antioxidantes se deterioran con el procesamiento, esto debido a la exposición a temperaturas que oscilan entre los 110 y 160 °C, por otra parte debido a la grana importancia del cacao [27], lo propone a este como fuente para futuras investigaciones, esto debido a su capacidad antioxidante, lo cual permitiría innovar en la industria de los alimentos, en cuanto a la pulpa de mucílago del cacao de acuerdo con [28], en su investigación establece que esta posee características fisicoquímicas como azúcares, vitaminas y minerales que le brindan propiedades sensoriales como sabor y aroma agradables, es así como en la investigación la actividad antioxidante del mucílago de *Theobroma cacao L*, en la fermentación mostro una relación importante con los compuestos fenólicos anteriormente mencionados y que al ser aplicados en los productos cárnicos podrían traer beneficios para la salud de los consumidores ya que estos actúan como agentes oxidantes atrapando radicales libres presentes en nuestro organismo [29].

Conclusiones

El análisis de identificación realizado, permitió conocer la proporción de los compuestos fenólicos presentes en el extracto de mucilago de cacao, siendo la teobromina el de mayor abundancia, que mediante el proceso de decoloración del Beta-caroteno permitió establecer que el extracto de mucilago de cacao posee la capacidad de ralentizar el proceso de oxidación, demostrando que existe una relación significativa, ya que presenta un aceptación del producto elaborado el cual entre los extractos de mucilago y la capacidad antioxidante, por lo que existe cualidades del material vegetal fermentado del mucilago de *Theobroma cacao* L. que pueden ser utilizadas en la industria alimentaria, como productos de conservación, siendo un posible sustituto de antioxidantes de origen químico.

Agradecimientos

A la Universidad Francisco de Paula Santander por su valiosa colaboración.

Declaración de conflicto de intereses

Declaramos que no existe conflicto de intereses entre los autores.

Referencia

1. Compradores – Colombia Trade [Internet]. Procolombia.co. [citado el 26 de julio de 2022]. Disponible en: <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-opportunidades/cacao-y-sus-derivados>
2. Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Loor R, Kuhn DN, Brown JS, et al. Geographic and genetic population differentiation of the amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). PLoS One [Internet]. 2008;3(10):e3311. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0003311>
3. Acosta N, De Vrieze J, Sandoval V, Sinche D, Wierinck I, Rabaey K. Cocoa residues as viable biomass for renewable energy production through anaerobic digestion. Bioresour Technol [Internet]. 2018;265:568–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.100>
4. Agriculturayganaderia.com. [citado el 26 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.agriculturayganaderia.com/web-site/el-cultivo-del-cacao-y-su-contribucion-al-medio-ambiente/>
5. A y Eloka-Eboka Odubiyi AA, editor. Aprovechamiento de la cascara de mazorca de cacao en la elaboración de carbono activo para el tratamiento de aguas residuales. Vol. 4. International Journal of Environment and Bioenergy; 2012. <http://www.modernscientificpress.com/journals/ijee.aspx>
6. Ortiz García JE, Mejía Agudelo Y, González Morales DE, García-Alzate LS, Cifuentes-Wchima X. Alternativa de biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos *Pleurotus ostreatus* con la implementación de un análisis multicriterio. Rev Ion Investig Optim Nuevos procesos Ing [Internet]. 2020;33(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020007>
7. Da Silva GP Machado BAS y Uetanabaro APT NC de CG da SM, editor. Pulpa de cacao en la producción de cerveza: aplicabilidad y rendimiento del proceso fermentativo. Vol. 12. PLoS One; 2017. . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175677>
8. How to access research remotely [Internet]. Cabdirect.org. [citado el 26 de julio de 2022]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19766710577>

9. Braudeau J. El cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Blume; 1970. https://books.google.com.co/books/about/El_cacao.html?id=aQU-xgEACAAJ&redir_esc=y
10. Sánchez-Olaya DM, Rodríguez Perez W, Castro Rojas DF, Trujillo Trujillo E. Respuesta agronómica de mucilago de cacao (*Theobroma cacao L.*) en cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Cienc desarro* [Internet]. 2019;10(2):43–58. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19053/01217488.v10.n2.2019.7958>
11. Vazquez-Ovando A, Ovando-Medina I, Adriano-Anaya L, Betancur-Ancona D, Salvador-Figueroa M. Cacao alkaloids and polyphenols: Mechanisms that regulate their biosynthesis and its implications on the taste and aroma. *Arch Latinoam Nutr.* 2016;66(3):239–54. <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v66n3/art10.pdf>
12. Miller NJ, Sampson J, Candeias LP, Bramley PM, Rice-Evans CA. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Lett* [Internet]. 1996;384(3):240–2. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/0014-5793\(96\)00323-7](http://dx.doi.org/10.1016/0014-5793(96)00323-7)
13. Al-Saikhan, M. S., Howard, L. R., and Miller Jr, J. C., editor. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum, L.*). Vol. 60. *Journal of Food Science*; 1995. . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb05668.x>
14. Vega Contreras NA, Torres Salazar ML. Evaluación De Compuestos Fenolicos De (*Citrus sinensis*) Y Su Capacidad Antioxidante. *Cienc desarro* [Internet]. 2021;12(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19053/01217488.v12.n2.2021.11635>
15. López-Navarrete MC. El proceso de fermentación del CACAO (*Theobroma cacao L.*). *AP* [Internet]. 2011 [citado el 26 de julio de 2022];4(1). Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/572>
16. Pereira I, Campinas UE de, Efraim P, Silveira P, Martins M, Campinas UE de, et al. Caracterização da polpa de diferentes cultivares de cacau. En: *Resumos do. Universidade Estadual de Campinas*; 2019. <https://doi.org/10.20396/revpibic2720193045>
17. Bucheli P, Rousseau G, Alvarez M, Laloi M, McCarthy J. Developmental variation of sugars, carboxylic acids, purine alkaloids, fatty acids, and endoproteinase activity during maturation of *Theobroma cacao L.* seeds. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2001;49(10):5046–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf010620z>
18. Payne MJ, Hurst WJ, Miller KB, Rank C, Stuart DA. Impact of fermentation, drying, roasting, and Dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2010;58(19):10518–27. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf102391q>
19. Ortiz s. j, chungara m, Ibieta g, alejo i, Tejada l, Peralta c, et al. determinación de teobromina, catequina, capacidad antioxidante total y contenido fenólico total en muestras representativas de cacao amazónico boliviano y su comparación antes y después del proceso de fermentación. *Rev boliv quím* [Internet]. 2019;1(36.1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.34098/2078-3949.36.1.4>
20. Kang HJ, Chawla SP, Jo C, Kwon JH, Byun MW. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresour Technol* [Internet]. 2006;97(4):614–20. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.037>
21. Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* [Internet]. 1998;46(10):4113–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/jf9801973>
22. Zapata Bustamante, S., Tamayo Tenorio, A., & Alberto Rojano, editor. Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. Vol. 3. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*; 2013. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962013000300007&script=sci_arttext&tlng=pt
23. Wollgast J, Anklam E. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res Int* [Internet]. 2000;33(6):423–47. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969\(00\)00068-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969(00)00068-5)
24. Dilipkumar y Verma preeti. p, editor. flavonoids: a powerful and abundant source of antioxidants. Vol. 5. *Revista Internacional de Farmacia y Ciencias Farmacéuticas*; 2013. https://web.archive.org/web/20180413072927id_/http://ijppsjournal.com/Vol5Issue3/7048.pdf
25. C. D. Di Mattia, G. Sacchetti, D. Mastrocola, y M. Serafini, “From cocoa to chocolate: The impact of processing on in vitro antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers in vivo”, *Front. Immunol.*, vol. 8, 2017. doi: 10.3389/fimmu.2017.01207

26. Comparación del contenido total de polifenoles y la actividad antioxidante del chocolate obtenido a partir de granos de cacao tostados y sin tostar de diferentes regiones del mundo. 2019. DOI: 10.3390/antiox8080283
27. Actividad antioxidante de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) finos y aromáticos cultivados en el estado de Chiapas-México. <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v15n1/v15n1a2.pdf>
28. M. Gutiérrez, Actividad antioxidante de la harina de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) para su aplicación en la agroindustria. <https://www.eumed.net/es/revistas/economia-latinoamericana/oel-febrero21/harina-mucilago-cacao>
29. P. Jiménez, Methodology for the evaluation of antioxidant functional ingredients. Effect of the intake of grape antioxidant dietary fiber on antioxidant status and parameters of cardiovascular risk on humans. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/1671/6494_perez_jimenez_jara.pdf

Evaluación integral de la estabilidad muscular y su vínculo con el VO₂max y la composición corporal en deportistas universitarios

Comprehensive evaluation of muscular stability and its link to VO₂max and body composition in university athletes

Orlando Santiago Moreno-Barriga¹, Jorge Homero Wilches-Visbal², Aura Margarita Polo-Llanos³, Pedro Luis Antequera-Lobo⁴, Diego Alejandro Ayala-Oviedo⁵

Resumen

Introducción. En el ámbito deportivo, la estabilidad central es crucial para mantener el equilibrio durante la ejecución de movimientos específicos. Pocos estudios han determinado la relación entre rendimiento deportivo, estabilidad y actividad muscular. **Objetivo.** Explorar la relación entre consumo máximo de oxígeno y factores como la actividad eléctrica de los músculos del core, la composición corporal y la estabilidad central en deportistas universitarios. **Materiales y Métodos.** Estudio descriptivo y correlacional de corte transversal con deportistas de catorce disciplinas deportivas. Se midieron cinco variables, incluyendo la amplitud máxima de electromiografía de los músculos del core, el área de estabilidad estática y dinámica y el porcentaje de peso muscular. Se utilizaron instrumentos como sensores inalámbricos superficiales electromiográficos, sensores inerciales 3D y equipo de ergoespirometría. Se usó el software Jamovi v 2.3.28.0 para el cálculo de las variables. **Resultados.** Hubo correlación significativa y positiva entre el porcentaje de peso muscular, la amplitud y el consumo máximos de oxígeno. Al discriminar por disciplina deportiva, se encontraron diferencias en las variables estudiadas. Se observó correlación positiva y significativa entre la amplitud máxima y el porcentaje muscular en todos los deportes, exceptuando el fútbol y el sóftbol. En rugby, se vio una correlación positiva y significativa entre el porcentaje muscular y el consumo máximo de oxígeno. No hubo correlación entre la amplitud del voltaje y la

1. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9255-7083>

2. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3649-5079>

3. Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8546-0879>

4- Facultad de ciencias de la salud, universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7086-0909>

5. Facultad de ingeniería, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6551-6573>

Correspondencia: omorenob@unimagdalena.edu.co

estabilidad en deportistas, lo que muestra que la estabilidad deportiva es más compleja que simplemente centrarse en el core. **Conclusión.** El estudio redefine la comprensión de la estabilidad y su conexión con el rendimiento deportivo, brindando perspectivas para desarrollar estrategias de entrenamiento efectivas. Es necesario considerar la composición corporal en la evaluación y planificación del entrenamiento para lograr entrenamientos más efectivos.

Palabras clave: estabilidad central, consumo máximo de oxígeno, masa muscular, deportistas universitarios, electromiografía de superficie.

Abstract

Introduction. In the sports field, core stability is crucial for maintaining balance during the execution of specific movements. Few studies have determined the relationship between sports performance, stability, and muscle activity. **Objective.** To explore the relationship between maximum oxygen consumption and factors such as electrical activity of core muscles, body composition, and core stability in university athletes. **Materials and Methods.** This descriptive and correlational cross-sectional study involved athletes from fourteen sports disciplines. Five variables were measured, including the maximum amplitude of electromyography of core muscles, the area of static and dynamic stability, and the percentage of muscle mass. Instruments such as wireless surface electromyography sensors, 3D inertial sensors, and ergospirometry equipment were used. The software Jamovi v 2.3.28.0 was utilized for variable calculation. **Results.** There was a significant and positive correlation between the percentage of muscle mass, amplitude, and maximum oxygen consumption. When discriminated by sports discipline, differences were found in the studied variables. A positive and significant correlation was observed between maximum amplitude and muscle percentage in all sports, except football and softball. In rugby, a positive and significant correlation was found between muscle percentage and maximum oxygen consumption. No correlation was found between voltage amplitude and stability in athletes, indicating that sports stability is more complex than simply focusing on the core. **Conclusion.** The study redefines the understanding of stability and its connection to sports performance, providing insights for developing effective training strategies. It is necessary to consider body composition in the evaluation and planning of training to achieve more effective workouts.

Keywords: central stability, vo2max, muscle mass, university athletes, surface electromyography.

Introducción

En el ámbito de la anatomía humana, pocas regiones desempeñan un papel tan crucial como el núcleo (conocido en inglés como core). Este grupo de músculos del tronco rodea la columna vertebral y las vísceras abdominales e incluye los músculos abdominales, glúteos, la cintura, cadera, paraespinales, entre otros, que trabajan en conjunto para proporcionar estabilidad y equilibrio al cuerpo (1), constituyendo además el epicentro de la fuerza física.

La “estabilidad central” se ha definido como la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco para producir, transferir y controlar óptimamente las fuerzas desde y hacia los segmentos terminales durante las actividades de reposo y de esfuerzo físico (2). La estabilidad central se divide comúnmente en estática y dinámica (3). La estabilidad estática es la capacidad del cuerpo humano para mantener el equilibrio y resistir cambios mientras está en reposo o en una posición fija es decir la habilidad de un atleta para mantener una posición sin desplazamientos no deseados, un ejemplo de este tipo sería permanecer sostenido de un solo pie o mantener una postura específica durante un ejercicio de fuerza. Por otra parte, la estabilidad dinámica se refiere a la capacidad del cuerpo humano para mantener el equilibrio y resistir las fuerzas externas mientras se está en movimiento. En el

contexto deportivo, la estabilidad dinámica implica la habilidad de un atleta para mantener el equilibrio durante la ejecución de movimientos específicos, como cambios de dirección, saltos o giros. Por esto se le considera fundamental para la maximización de la fuerza y minimización de las cargas articulares en todo tipo de actividades (4), esto implica que exista una alta correlación entre la estabilidad dinámica y los músculos del core. Sin embargo, aunque solo se han informado pequeñas correlaciones en el rendimiento deportivo, la importancia de los músculos del tronco puede ser lógicamente inferida por la transferencia y desarrollo de energía, necesaria para el control postural (5). Los datos sugieren una activación altamente integrada de los músculos y nervios de múltiples segmentos que proporciona la generación de fuerza, estabilidad proximal para la movilidad distal y genera momentos interactivos (4).

Si bien los ejercicios de equilibrio y estabilización del core se han asociado con un mejor rendimiento de los atletas y una menor incidencia de lesiones (3), no hay evidencia suficiente sobre su impacto en el rendimiento deportivo específico y los movimientos funcionales relacionados (3). La estabilidad central requiere cambios instantáneos por parte del sistema nervioso central para provocar combinaciones e intensidades apropiadas de reclutamiento muscular para la rigidez, así como las demandas de movilidad del sistema (6).

El desarrollo de la electromiografía de superficie en los últimos años ha permitido medir patrones de activación muscular (7) y monitorear o estimar el nivel de contracción muscular o la “intensidad del ejercicio local” durante diversos movimientos humanos. Diversos estudios relacionan una mayor amplitud en la electromiografía con relación al consumo de oxígeno en las superficies de los músculos (7,8)

El presente estudio aborda la interrelación compleja entre la actividad muscular, la estabilidad y el rendimiento deportivo, centrándose en la relación entre el $VO_2\text{max}$ y factores como la actividad de los músculos del CORE y la composición corporal, un área careciente de estudios. El objetivo de este trabajo es establecer la relación entre la masa muscular, la estabilidad central y la capacidad aeróbica en deportistas universitarios con el fin de integrar los resultados y abordar la falta de información y literatura existente para proponer vías y estrategias de entrenamiento más efectivas y personalizadas que optimicen el entrenamiento y el rendimiento deportivo para llenar este vacío de conocimiento en el ámbito deportivo.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Estudio descriptivo y correlacional de corte transversal.

Participantes

La población de estudio fueron deportistas de catorce disciplinas deportivas distintas (taekwondo, fútbol, baloncesto, voleibol, ultimate, tenis, tenis de mesa, karate, fútbol sala, atletismo, porrismo, patinaje, rugby y sóftbol) que se practican al interior de la Universidad del Magdalena en Santa Marta, Colombia. Los sujetos fueron evaluados según los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión: deportistas universitarios que representan a la Universidad en los juegos nacionales universitarios ASCUN con mínimo 4 años de entrenamiento
- Criterios de exclusión: cualquier dolor, lesiones activas, alteración biomecánica en sus extremidades inferiores, trastornos de la columna, cirugía de columna, cirugía abdominal, enfermedad neural o vestibular, artritis de las extremidades inferiores y haber consumido alcohol, sedantes, analgésicos, medicamentos para el resfriado o medicamentos estimulantes en el último año

Instrumentos

Se midieron cinco variables: voltaje máximo de la señal EMG durante la contracción (V_m) en voltios (V) de los músculos del centro de gravedad: recto anterior

del abdomen (RA) oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y erectores espinales (EE), el área de estabilidad estática (AEE) y dinámica (AED) en mm², el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en ml/kg.min y el porcentaje de peso muscular (%PM). Se empleó electromiografía de superficie (Biomec® Newport, Reino Unido) para adquirir la señal EMG de los músculos del centro de gravedad y el software Matlab para extraer los segmentos de las contracciones y los correspondientes valores máximos de amplitud V_m; sensores inerciales 3D (optogait y Gyko, Microgate® Bolzano, Italia) para evaluar la estabilidad postural estática y dinámica, mientras que el VO₂max mediante equipo de ergoespirometría (Cosmed® K5, Roma, Italia), Entre tanto, el %PM se calculó con el equipo de bioimpedancia (InBody® 970, Seúl, Corea). Posteriormente, se tabularon los valores de las variables para cada deportista en MS Excel.

Procedimientos

Para determinar la actividad de los músculos del centro de gravedad se utilizaron los siguientes ejercicios funcionales: sentadilla búlgara inestable con pesas para RA, plancha frontal con aducción escapular e inclinación pélvica posterior para OI, prensa unilateral con mancuernas de pie para OE y peso muerto para EE (7). Estos ejercicios han mostrado la mayor actividad en los estudios utilizando electromiografía.

Los electrodos se ubican siguiendo las recomendaciones de la literatura (9,10). Se recogen los datos de las medias de los voltajes de todos los músculos para su tabulación.

En la medición de la estabilidad postural estática cada sujeto descalzo permaneció de pie lo más quieto posible durante 10 segundos con ojos cerrados ya que incrementa la actividad somatosensorial (11) manteniendo una flexión de 45 grados de la rodilla contralateral se realizaron dos mediciones para el pie dominante del deportista con periodos de descanso de 30 segundos entre cada medición; para la estabilidad dinámica con el deportista descalzo se realizan dos saltos monopodales con la pierna dominante.

Para la medición del VO₂max se utilizó test incremental en banda que inicia con un calentamiento de 3 minutos a velocidad 4,8 Kilómetros por hora (kph) e incrementos de 1,2 kph cada minuto con 3% de inclinación constante; terminados los 3 minutos de calentamiento se da inicio a la prueba a 8,2 kph con 3% de inclinación constante, con aumentos de 1,2 kph cada dos minutos hasta la máxima fatiga, luego se inicia la etapa de recuperación donde se disminuye la carga a 4,8 kph sin inclinación durante 3 minutos (12). El VO₂max. se estimó de acuerdo con los siguientes criterios: 1- Que el deportista no pueda continuar la prueba; 2- Cuando el cociente respiratorio sea mayor de 1,1; 3- El logro de una frecuencia cardiaca máxima ± 10 latidos/min (13).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se dividió en general y particular. En el primero se incluyeron a todos los deportistas, en el segundo, solo a aquellas disciplinas que en, en la planilla de Excel, contaban con más de 10 personas.

Previo al cálculo de los descriptivos de las variables se ejecutó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, para el análisis general, y la de Shapiro-Wilk, para el particular. Dada la naturaleza numérica de las cinco variables, estas fueron resumidas estadísticamente utilizando la media (desvío estándar: DE), para aquellas con comportamiento normal, y mediana (rango intercuartil: RIC), en otro caso.

Por último, se obtuvo la matriz de correlaciones (de Spearman para variables no normales y Pearson para normales) entre las cinco variables para conocer si existe (o no) una relación lineal entre las variables y determinar si es inversa o directa. Para el cálculo y análisis estadístico se empleó el software libre *Jamovi* versión 2.3.28.0.

Aspectos éticos

El presente estudio fue conducido de conformidad con la Declaración de Helsinki (14) y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (15). Todos los participantes fueron informados previamente de la investigación. Los datos

de los participantes fueron custodiados y anonimizados. Todos firmaron el consentimiento informado. La propuesta de investigación fue presentada al Comité de Ética de la Universidad del Magdalena otorgándole el aval según acta No 002 de 2022.

Resultados

Del total de deportistas (111), 18 (16,3%) pertenecían a la disciplina del atletismo, 6 (5,4%) al baloncesto, 17 (15,3%) al fútbol, 3 (2,7%) a fútbol sala, 5 (4,5%) a karate, 1 (0,9%) a patinaje, 9 (8,1%) a porrismo, 11 (9,9%) a rugby, 12 (10,8%) a sóftbol, 1 (0,9%) a tenis, 3 (2,7%) a tenis de mesa, 9 (8,1%) a ultimate, 14 (12,6%) a voleibol y 2 (1,8%) a taekwondo.

La media del VO₂max de los 112 deportistas fue de 48,7 (7,67) ml/kg.min y la mediana del %PM fue de 48,2 (5,34). La mediana de la AEE fue poco más del doble que la de la AED y la del voltaje máximo fue 1,15 (1,11) V (Tabla1).

Tabla 1. Descriptivos de las variables de estudio teniendo en cuenta a todos los deportistas.

	Vm	AEE	AED	VO2max	% PM
Media	1,45	31818	12652	48,7	47,8
Mediana	1,15	14895	7230	48,6	48,2
DE	1,11	58336	15887	7,67	4,22
RIC	1,11	20446	10600	11,0	5,34
Mínimo	0,270	108	540	30,3	32,6
Máximo	6,51	474780	95860	72,4	57,5

Al explorar la relación entre las variables, solo se observó correlación significativa y positiva entre el %PM y el Vm y el VO2max (Tabla 2).

Tabla 2. Matriz de correlación de las variables de estudio teniendo en cuenta a todos los deportistas.

	AEE	AED	% PM	Vm	VO2max
AEE	—				
AED	0,008	—			
%PM	0,002	-0,101	—		
Vm	-0,013	-0,033	0,488***	—	
VO2max	-0,143	0,039	0,321***	0,201*	—

Al discriminar los resultados por disciplina deportiva, el mayor valor de la mediana del Vm, AEE y AED se presentó en el voleibol. Entre tanto, el mayor valor de la media del %PM y del VO2max se vio en el atletismo (Tabla 3).

Tabla 3. Descriptivos de las variables de estudio por deportes*

Disciplina	Estadísticos	Vm	%PM	AEE	AED	VO2max
<i>Atletismo</i>	Media	1,70	49,9	33776	13567	52,0
	Mediana	1,13	49,5	14566	7970	52,9
	DE	1,42	3,14	68510	16749	7,45
	RIC	1,33	3,50	14152	14488	8,09

Disciplina	Estadísticos	Vm	%PM	AEE	AED	VO2max
<i>Voleibol</i>	Media	1,83	47,9	65578	9899	48,2
	Mediana	1,29	48,2	22833	8645	48,4
	DE	1,54	2,63	125547	8732	6,42
	RIC	2,07	4,05	22019	8670	4,95
<i>Fútbol</i>	Media	1,50	49,6	29259	6273	47,2
	Mediana	1,17	50,7	20591	3930	46,1
	DE	1,03	3,97	25296	5395	7,25
	RIC	1,19	5,79	44395	5090	10,9
<i>Sóftbol</i>	Media	0,856	43,8	21579	8793	41,0
	Mediana	0,755	43,8	12854	5605	38,8
	DE	0,403	3,38	22968	8088	6,30
	RIC	0,292	4,99	23990	7755	10,3
<i>Rugby</i>	Media	1,14	46,6	39380	14877	48,2
	Mediana	0,980	47,5	17577	6930	46,0
	DE	1,11	5,30	47361	19625	10,2
	RIC	0,695	8,12	37738	8905	13,1

*Se consideraron solo a aquellos deportes con 10 o más participantes.

Los menores valores de la mediana del Vm y AEE correspondieron al sóftbol, mientras que la mediana de la AED con menor valor se mostró en el fútbol. Los valores mínimos de la media del Vm y VO2max se vieron también en el sóftbol (Tabla 3).

Por otro lado, se observó la existencia de correlación positiva y significativa entre el Vm y el %PM en todos los deportes, exceptuando el fútbol y el sóftbol. En el rugby se vio, además, que el %PM y el VO2max se correlacionaron positiva y significativamente (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de correlaciones significativas entre las variables de estudio por disciplina.

Disciplina	Correlación [‡]		
	Vm - %PM	VO2m - %PM	VO2max - AED
<i>Atletismo</i>	0,647**	0,0108	-0,232
<i>Voleibol</i>	0,634*	-0,042	-0,244
<i>Fútbol</i>	0,365	0,084	-0,007
<i>Sóftbol</i>	0,214	0,126	-0,692*
<i>Rugby</i>	0,661*	0,811*	0,31

[‡]Las correlaciones entre las demás variables no fueron significativas ($p \geq 0,05$).
** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

El sóftbol fue la única disciplina en la que se observó correlación significativa entre el VO2max y una de las áreas de estabilidad. En el fútbol no se encontró ninguna correlación entre las variables.

Discusion

En consonancia con los resultados que revelaron la falta de correlación entre la amplitud del voltaje y la estabilidad dinámica y estática en los deportistas evaluados, es imperativo profundizar en los matices y dimensiones adicionales de este fenómeno. El entendimiento contemporáneo de la estabilidad en el contexto deportivo va más allá de una simple asociación con la actividad de los músculos del core; más bien, se trata de una sinfonía coordinada de factores periféricos y neuromusculares que convergen para mantener el equilibrio y la postura.

La participación de músculos periféricos y la influencia de propioceptores en las extremidades, así como los estímulos sensoriales frecuentes durante la actividad deportiva, emergen como componentes clave en la estabilidad estática y dinámica. Nuestro estudio resalta la necesidad de considerar no solo la actividad del core sino también la interacción compleja entre diversos grupos musculares, propiocepción y la respuesta sensorial durante la ejecución de movimientos deportivos específicos. Además, la presencia de mecanismos compensatorios, es-

pecialmente los “anticipatorios posturales”, arroja luz sobre la capacidad del sistema neuromuscular para adaptarse y minimizar los cambios en el equilibrio asociados con la actividad deportiva (16).

La comparación con un estudio en ciclistas, donde se observó un aumento proporcional en la actividad de los músculos del core con una carga incremental, destaca la necesidad de contextualizar los resultados. La disparidad puede atribuirse a las diferencias en las condiciones de evaluación, subrayando la importancia de la posición corporal durante las mediciones. Establecer una distinción entre la estabilidad evaluada en posición de pie y la medición de la actividad del core en ciclistas durante la prueba en bicicleta arroja luz sobre la variabilidad de las respuestas musculares según el contexto deportivo específico.

El análisis de la influencia del entrenamiento del core en el movimiento funcional, en línea con el estudio de Okada y colaboradores (17), subraya la importancia de considerar la dinámica del entrenamiento. Aunque se corrobora la limitación de las contracciones isométricas del core como predictor del movimiento funcional dinámico, se destaca que el entrenamiento del core sigue siendo esencial para la prevención de lesiones. Este enfoque no solo fortalece los músculos sino también mejora la capacidad del sistema neuromuscular para responder a demandas específicas durante la actividad deportiva.

Nuestro estudio también revela la asociación proporcional entre el VO₂max, porcentaje muscular y la actividad de los músculos del core. El vínculo propuesto entre un mayor porcentaje muscular, potencia aeróbica y actividad del core agrega una dimensión interesante al debate. La propuesta de mejorar el porcentaje muscular para estimular mayores demandas de actividad en los músculos del core y, por ende, aumentar el VO₂ máximo, sugiere una relación compleja entre la masa muscular, la estabilidad central y el rendimiento periférico. Este planteamiento resalta la importancia de considerar la estabilidad como un componente integral del rendimiento deportivo y sugiere estrategias de entrenamiento más personalizadas para optimizar la relación entre masa muscular y capacidad aeróbica.

La conexión entre la fatiga del deportista, la actividad de los músculos del core y el rendimiento, respaldada por los resultados de Tomas K. Tong y cols (18), brinda una perspectiva valiosa sobre la interacción entre la estabilidad y la eficiencia de los movimientos. La mayor actividad de los músculos del core, al proporcionar mayor estabilidad, no solo limita la fatiga, sino que también influye en el VO₂ máximo, destacando la interconexión entre la capacidad respiratoria y la estabilidad central.

La asociación inversa entre el porcentaje de grasa y el VO₂ máximo, respaldada por estudios adicionales (19), añade evidencia de

la complejidad de los determinantes del rendimiento. A pesar de que el gasto cardíaco se mantiene como el determinante principal del VO₂ máximo, se enfatiza la contribución crítica pero modesta del músculo esquelético, especialmente a través de sus adaptaciones metabólicas (20). La discusión se enriquece al explorar la relación entre la masa mitocondrial, la densidad capilar y la extracción de oxígeno (21), resaltando la importancia de la capacidad periférica para optimizar la eficiencia en la extracción de oxígeno durante la actividad muscular; además la mayor masa muscular supone mayor densidad capilar que por sí misma no aumenta el flujo sanguíneo por área muscular sino que más bien mantiene por más tiempo el tránsito de la sangre a los músculos implicados (22); incluso en estudios experimentales donde la fracción inspirada de oxígeno es menor, la extracción de oxígeno por parte de la mitocondria es mayor (demostrado por una menor presión venosa de Oxígeno) a pesar de la baja presión de oxígeno del lado arterial capilar y del bajo pico de VO₂ en test de carga incremental (23) realzando la importancia de la capacidad periférica (muscular) para la extracción de oxígeno es decir de la capacidad del musculo en extraer oxígeno del capilar que podría estar relacionada con una mayor masa muscular.

El estudio en futbolistas jóvenes (24) refuerza la idea de que la masa muscular, especialmente la masa libre de grasa desempeña un papel fundamental en los

parámetros de rendimiento deportivo. Esta asociación destaca la necesidad de considerar la composición corporal en la evaluación de atletas y resalta la importancia de la masa muscular como un determinante clave de éxito en el rendimiento deportivo.

En conclusión, esta discusión expandida integra los resultados actuales con una perspectiva más amplia de la literatura existente y sugiere caminos prometedores para futuras investigaciones. La complejidad de la relación entre la actividad muscular, la estabilidad y el rendimiento deportivo a través del VO₂max exige un enfoque holístico y la consideración de una variedad de factores para desarrollar estrategias de entrenamiento más efectivas y personalizadas.

Conclusión

Este estudio redefine la comprensión de la estabilidad y su conexión con el rendimiento deportivo, brindando perspectivas cruciales para desarrollar estrategias de entrenamiento efectivas:

- **Enfoque Integral:** La estabilidad no se limita al core; considerar la interacción compleja entre diversos grupos musculares, propiocepción y respuestas sensoriales es esencial para entrenamientos más efectivos.

- **Contextualización del Entrenamiento del Core:** Aunque las contracciones isométricas del core pueden no predecir el movimiento funcional, se sugiere que el entrenamiento del core sigue siendo vital para prevenir lesiones y mejorar la capacidad neuromuscular específica.
- **Personalización del Entrenamiento:** La proporción entre masa muscular, estabilidad central y VO₂max sugiere la necesidad de programas de entrenamiento personalizados de estas tres variables para optimizar la relación entre fuerza, estabilidad y aeróbica.
- **Énfasis en Composición Corporal:** La masa muscular, desempeña un papel crucial en el rendimiento deportivo. Considerar la composición corporal en la evaluación y planificación del entrenamiento es esencial para entrenamientos más efectivos

Agradecimientos: Especial agradecimiento al director del centro SportSci (Centro de alto rendimiento y estudios Biomédicos) de la universidad del Magdalena: Laionel Polo, ya que facilito toda la tecnología disponible del centro para la realización las mediciones las variables del presente artículo.

Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no hay conflicto de interés.

Financiación

Ninguna.

Referencias

1. Akuthota, Venu; Ferreiro, Andrea; Moore, Tamara; Fredericson, Michael. Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*. 2008; 7(1): p 39-44. | DOI: 10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69
2. Silfies SP, Ebaugh D, Pontillo M, Butowicz CM. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *Braz J Phys Ther*. 2015;19(5):360-368. doi:10.1590/bjpt-rbf.2014.0108
3. Zemková E, Zapletalová L. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Front Physiol*. 2022;13:(796097):1-21 doi:10.3389/fphys.2022.796097
4. Wirth K, Hartmann H, Mickel C, Szilvas E, Keiner M, Sander A. Core Stability in Athletes: A Critical Analysis of Current Guidelines. *Sports Medicine*. 2017 1;47(3):401-14.
5. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189-198. doi:10.2165/00007256-200636030-00001
6. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health*. 2013;5(6):514-22.
7. Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Core Muscle Activity During Physical Fitness Exercises: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(12):2-38. doi:10.3390/ijerph17124306
8. Watanabe K, Narouei S. Association between oxygen consumption and surface electromyographic amplitude and its variation within individual calf muscles during walking at various speeds. *Sensors*. 2021; 21(5):1-10.
9. García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, Peco-González N, Vera-García FJ. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;22(3):398-406.
10. Boccia G, Rainoldi A. Innervation zones location and optimal electrodes position of obliquus internus and obliquus externus abdominis muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014;24(1):25-30.
11. Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of Different Structural Foot Types for Measures of Standing Postural Control. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(12):942-53.
12. Marcos MA, Koulla PM, Anthos ZI. Preseason Maximal Aerobic Power in Professional Soccer Players Among Different Divisions. *J Strength Cond Res*. 2018;32(2):356-63.
13. Hung KC, Chung HW, Yu CCW, Lai HC, Sun FH. Effects of 8-week core training on core endurance and running economy. *Alway SE*. 2019;14(3):e0213158.
14. Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Helsinki, Finlandia; 2017 p. 4.
15. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993. Bogotá, Colombia; 1993.
16. Şahin FN, Ceylan L, Küçük H, Ceylan T, Arıkan G, Yiğit S, et al. Examining the Relationship between Pes Planus Degree, Balance and Jump Performances in Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(18):1-7.
17. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res*. 2011;25(1):252-261. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e
18. Tong TK, Wu S, Nie J, Baker JS, Lin H. The occurrence of core muscle fatigue during high-intensity running exercise and its limitation to performance: the role of respiratory work. *J Sports Sci Med*. 2014;13(2):244-251.
19. Shete AN, Bute SS, Deshmukh PR. A Study of VO2 Max and Body Fat Percentage in Female Athletes. *J Clin Diagn Res*. 2014;8(12):BC01-BC3. doi:10.7860/JCDR/2014/10896.5329.

20. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84. doi:10.1097/00005768-200001000-00012
21. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984;56(4):831-838. doi:10.1152/jappl.1984.56.4.831
22. Saltin B. Hemodynamic adaptations to exercise. *Am J Cardiol.* 1985;55(10):42D-47D. doi:10.1016/0002-9149(85)91054-9.
23. Wagner PD. Determinants of maximal oxygen consumption. *J Muscle Res Cell Motil.* 2023;44(2):73-88.
24. Moreno B, Atencio Garcia L. Correlation Between Muscle Mass and Muscle Power in Youth Soccer Players. *Biostat Biom Open Access J.* 2023;11(3):1-5.

Preparación para el cuidado en cuidadores de enfermos crónicos y sus factores relacionados

Caregiving preparedness in caregivers of chronic patients and their related factors

Daniel Guerrero-Gaviria¹, Sonia Carreño-Moreno², Lorena Chaparro-Díaz³

Resumen

Introducción. Las enfermedades crónicas no transmisibles presentan una carga a los sistemas de cuidado a nivel mundial. Los cuidadores familiares asumen esta carga de forma abrupta y sin la preparación necesaria, por lo que son propensos a sobrecargarse por esto y otros factores. El instrumento de preparación para cuidar ha sido validado en otros contextos y ha demostrado propiedades psicométricas fiables para medir la preparación en cuidadores familiares. Existen otras variables, además de la preparación, que influyen en la sobrecarga del cuidador, por lo que es necesario hacer estudios que midan la relación entre variables. **Objetivo.** Determinar la relación entre la preparación para el cuidado, las variables sociodemográficas y de cuidado con la sobrecarga en cuidadores familiares de personas con enfermedad crónica no transmisible. **Materiales y métodos.** Estudio cuantitativo de corte transversal, analítico, llevado a cabo en la ciudad de Bogotá, Colombia en el segundo semestre de 2022. **Resultados.** Las variables de edad del cuidador, tiempo como cuidador y horas diarias dedicadas a actividades de cuidado demostraron ser estadísticamente significativas en su relación con la sobrecarga y la preparación para cuidar. **Discusión.** Medir la PPC sirve como base para la producción de intervenciones a partir

1. Purdue University, Universidad Nacional de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2247-0025>

2. Universidad Nacional de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4386-6053>

3. Universidad Nacional de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8241-8694>

Correspondencia: spcarrenom@unal.edu.co

de las necesidades en la formación de las habilidades prácticas para el desempeño como cuidador. Mejorar la preparación en los cuidadores, puede disminuir la sobrecarga y las implicaciones que esta trae.

Palabras clave: cuidador familiar, sobrecarga, preparación para cuidar, Colombia.

Abstract

Introduction. Chronic non-communicable diseases present a burden to care systems worldwide. Family caregivers assume this burden abruptly and without the necessary preparation, so they are prone to overload due to this and other factors. The preparedness caregiving scale has been validated in other contexts and has shown reliable psychometric properties to measure preparation in family caregivers. There are other variables, in addition to preparedness, that influence the caregiver burden, so it is necessary to carry out studies that measure the relationship between variables. **Objective.** To determine the relationship between caregiving preparedness, sociodemographic and care variables with caregiver burden in family caregivers of people with chronic non-communicable disease. **Materials and methods.** Quantitative, cross-sectional, analytical study carried out in Bogotá, Colombia in the second semester of 2022. **Results.** The variables of caregiver age, time as caregiver, and daily hours dedicated to care activities demonstrated to be statistically significant in their relationship with caregiver burden and caregiving preparedness. **Discussion.** Measuring caregiving preparedness serves as a basis to produce interventions based on the needs in the formation of practical skills for performance as a caregiver. Improving the preparation of caregivers can reduce the overload and the implications that it brings.

Keywords: family caregivers, caregiver burden, caregiving preparedness, Colombia.

Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son un problema de salud pública a nivel mundial, por sus implicaciones al largo plazo y al ser las principales causas de mortalidad y discapacidad a nivel mun-

dial, en consecuencia, por su alta carga de la enfermedad. Las ECNT son responsables de aproximadamente el 71% de las muertes anuales a nivel mundial y de 5.5 millones de fallecimientos en la región latinoamericana[1]. La carga de la enfermedad es medida con los años de vida ajustados por

discapacidad (DALYs). Las ECNT representan 15 de las 25 primeras causas de DALYs en 2019 en toda la población, y 20 de 25 causas en población entre 50 y 74 años [2], lo que implica una alta incidencia y prevalencia de la enfermedad.

Aunado a ello, las ECNT tienen implicaciones no solo para la persona que las padece, sino también para su familia, con implicaciones económicas, sociales, familiares, laborales, de salud, entre otras. A nivel de la persona con ECNT, impacta su nivel de dependencia y autonomía[3], lo que implica necesidad de apoyo en la realización de actividades, en consecuencia surge el rol del cuidador. Para el contexto colombiano, este rol es suplido por un familiar, principalmente de género femenino, quien dedica una gran cantidad de horas a su cuidado lo que imposibilita sostener un trabajo, afecta las relaciones familiares y sociales, y repercute económicamente al haber costos derivados del cuidado de la persona [4]. Por lo anteriormente mencionado, es importante ver a los cuidadores familiares como sujetos vulnerables, en proceso de transición y que requieren el acompañamiento de los profesionales de la salud.

Este acompañamiento debe estar enfocado a los retos que implica asumir el rol de ser cuidador familiar. Los cuidadores familiares atraviesan una transición de rol [5], por lo general, de manera abrupta y sin tener claros los roles, expectativas y metas de su rol, con poco apoyo social y falta de prepa-

ración para cuidar [6]. Como consecuencia de esto, los profesionales de la salud, a lo largo de los años, han diseñado instrumentos que permiten medir variables de interés en los cuidadores y enfocar el diseño de estrategias para mejorar los resultados en los cuidadores [6,7]. Entre estos instrumentos se encuentra la Escala de Preparación para Cuidar (PPC) [8], creada en 1990 por Archbold, originalmente en inglés, consta de 9 ítems, 8 puntuados con escala tipo Likert de 0 a 4, donde 0 es nada preparado y 4 es muy bien preparado. El último ítem es abierto y busca indagar los aspectos en los que los cuidadores desean estar más preparados.

La escala PPC ha sido validada en diferentes contextos culturales y población ha demostrado propiedades psicométricas aceptables para su uso en investigaciones, así como su practicidad de aplicación. La escala ha sido validada en Estados Unidos [9], España [10], Italia [11,12], Australia [13] y Suecia [14], con cuidadores de personas con evento cerebrovascular (ECV) [11], falla cardíaca [12], cáncer [13] y patología no específica [9,10,14]. La validación de este instrumento, en los diferentes escenarios y culturas, ha demostrado tener una confiabilidad aceptable, con Alpha de Cronbach de 0.91 [12] y 0.94 [11] para el contexto italiano, 0.89 [10] para España, 0.93 [13] para Australia, 0.86 [9] para Estados Unidos y 0.94 [14] para Suecia. A pesar de las propiedades demostradas por el instrumento, no se evidencia literatura de

la validación y adaptación para el contexto latinoamericano.

La preparación para cuidar ha sido un fenómeno estudiado y ha demostrado tener implicaciones y correlaciones con la sobrecarga para el cuidar. Se ha reportado que los cuidadores que recién asumen el rol, no están suficientemente preparados y que requieren apoyo por parte de los profesionales de la salud [5]. La preparación para cuidar es un factor predisponente del síndrome sobrecarga del cuidador [10], así como el género del cuidador, la edad, nivel educativo, condiciones económicas precarias, fragilidad en redes de apoyo y la auto percepción de alteraciones en salud [4,15,16]. La sobrecarga del cuidador tiene implicaciones directas e indirectas tanto para el cuidado como la persona cuidada, tales como afectaciones en salud física y mental de los cuidadores, detrimento en la calidad del cuidado brindado, aislamiento social, depresión, ansiedad, incertidumbre, entre otras [17–22]. En lo anterior radica la importancia del estudio de las variables relacionadas, para disminuir las implicaciones de la sobrecarga, tanto en el cuidador familiar como en la persona a quien cuida.

Aunque la investigación en Colombia ha revelado una alta prevalencia de sobrecarga en los cuidadores familiares [23–26], no se han realizado estudios en los que se correlacione con la PPC. Es importante conocer

la preparación para el cuidado, en el contexto colombiano, a través de un instrumento confiable. Lo que constituye un hallazgo útil para analizar y tomar decisiones que permitan resolver problemas prácticos en el cuidado de los cuidadores [9,10]. Es por ello que el objetivo de este estudio es determinar la relación entre la preparación para el cuidado, las variables sociodemográficas y de cuidado con la sobrecarga en cuidadores familiares de personas con enfermedad crónica no transmisible en Bogotá, Colombia en el segundo semestre de 2022.

Materiales y Métodos

Diseño

Estudio cuantitativo de corte transversal, analítico, llevado a cabo en la ciudad de Bogotá, Colombia en el segundo semestre de 2022.

Muestra

Se realizó un muestreo por conveniencia a partir de la difusión de la investigación en asociaciones de pacientes con enfermedades crónicas. Se incluyeron cuidadores familiares principales de personas con enfermedad crónica que cumplieran con los requisitos de tener 18 años o más, llevar 6 meses o más como cuidador y tener estatus mental intacto medido con la prueba Pfeiffer [27].

Se realizó un cálculo de tamaño muestra proyectando un análisis de regresión lineal múltiple con prueba a dos colas, delta de 0.13, probabilidad de incurrir en error tipo I de 0.05, poder del 95% y 4 predictores. Con los mencionados parámetros se calculó una muestra de 102 participantes, número que se superó en la recolección, la cual logró un total de 109 cuidadores.

Medidas

Para caracterizar a los cuidadores familiares se utilizó la ficha de caracterización de la díada GCPC-UN-D [15], instrumento construido en el contexto colombiano y que identifica las variables de interés a caracterizar en situaciones de cronicidad. El instrumento cuenta con ítems que caracterizan las variables sociodemográficas y las asociadas al rol como cuidador. En su versión original cuenta con un nivel de comprensibilidad del 95% y un índice de validez de contenido de 1 lo cual demostró un nivel de acuerdo perfecto entre los jueces quienes evaluaron el contenido de la encuesta como claro, coherente, suficiente y esencial.

Para valorar la preparación para el cuidado se utilizó el instrumento Preparedness of Caregiving Scale (PCS), instrumento de 8 ítems tipo Likert medidos a partir de una escala que va desde 0 a 4, “nada preparado” hasta “totalmente preparado”. El menor puntaje posible en la escala es 0, mientras que el mayor es 32. Para su interpretación,

a mayor el puntaje mayor es la preparación para cuidar. En la versión española, el PCS mostró una adecuada validez de constructo explicada por una estructura unidimensional que se probó a través de un análisis factorial exploratorio (AFE) y confirmatorio (AFC). Para el último, se reportaron adecuados índices de bondad de ajuste, entre ellos un CFI=0.92, TLI=0.90, GFI=0.90 y SRMR=0.059. Además, el instrumento demostró evidencias de adecuada consistencia interna con un alfa de Cronbach de 0.89. Para efectos de la interpretación de la escala, se establece que, a mayor puntaje, mayor es la preparación para el cuidado.

Para medir la sobrecarga del cuidador se acudió a la entrevista Zarit (ZBI por sus siglas en inglés), un instrumento internacionalmente reconocido y usado para medir este constructo. En el contexto colombiano, la ZBI fue validada con cuidadores familiares de personas con enfermedad crónica y mostró una adecuada validez de constructo mediante un AFE en el que se agruparon 4 factores [28]. Acorde con el análisis de los autores de la validación, la ZBI exhibe adecuadas propiedades psicométricas para valorar la sobrecarga del cuidador en las dimensiones de competencias y expectativas, interpersonal e impacto. El alfa de Cronbach calculado para la versión en mención fue de 0.86. Los 22 ítems de la escala se evalúan mediante opciones de respuesta que van en frecuencias desde nunca, que equivale a uno y siempre que equivale a 5.

Para la interpretación de la escala se conoce que, a mayor puntaje, mayor sobrecarga del cuidador.

Análisis de datos

Para la caracterización sociodemográfica y de cuidado de los participantes se utilizó estadística descriptiva, que consistió en distribuciones de frecuencias absolutas y relativas para las variables discretas e intervalos de confianza del 95% para las variables continuas.

Para el análisis de la relación entre las variables de caracterización, la preparación para el cuidado y la sobrecarga del cuidador, se utilizaron coeficientes de correlación de Pearson, dado que las variables cumplieron requisitos para distribución de probabilidad bajo el modelo normal con pruebas de Shapiro Wilk que evidenciaron valores $p > 0.05$. Adicionalmente, se condujo una regresión lineal múltiple con la sobrecarga del cuidador como variable dependiente y la edad del cuidador, el tiempo que lleva como cui-

dador en meses, la cantidad de horas diarias de dedicación a cuidar y la preparación para el cuidado como variables regresoras. Para todos los análisis se estableció como nivel de significancia un valor $p < 0.05$.

El análisis de datos se condujo con el paquete estadístico R.

Aspectos éticos

Se realizó consentimiento informado a todos los participantes y se obtuvo aval de un comité de ética legalmente constituido. El número de aval de este estudio fue el 012-22.

Resultados

La tabla 1 presenta la caracterización de los cuidadores que participaron en el estudio.

Tabla 1. Características de los cuidadores

Característica		Recuento	Proporción n=109
Sexo	Femenino	99	90.8%
	Masculino	10	9.2%
Estado civil	Casada (o)	30	27.5%
	Separada (o)	21	19.3%
	Soltera (o)	43	39.4%
	Unión libre	6	5.5%
	Viuda (o)	9	8.3%

Característica		Recuento	Proporción n=109
Edad en años	IC 95%	57 - 60.74	
Tiempo que lleva como cuidador en meses		47.38 - 115.66	
Horas diarias que dedica a cuidar		10.10 - 13.20	
Grado máximo de escolaridad	Ninguna	1	0.9%
	Primaria	9	8.3%
	Secundaria	32	29.4%
	Técnico	26	23.9%
	Profesional	37	33.9%
	Posgrado	4	3.7%
Ocupación	Hogar	50	45.9%
	Independiente	37	33.9%
	Pensionado	10	9.2%
	Empleado	12	11.0%
Estrato socioeconómico al que pertenece	1	5	4.6%
	2	24	22.0%
	3	51	46.8%
	4	22	20.2%
	5	7	6.4%
Rango de ingresos mensuales en el hogar	Menos de 1 SMMLV	28	25.7%
	1-2 SMMLV	50	45.9%
	2-3 SMMLV	16	14.7%
	4 SMMLV o más	4	13.8%
¿Es usted cuidador único?	No	38	34.9%
	Sí	71	65.1%

IC 95% intervalos de confianza del 95%, SMMLV salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Nota: el estrato socioeconómico es una categorización realizada por el gobierno Colombiano. A menor estrato, menores los ingresos y capacidad económica de la persona o la familia.

Fuente: elaboración propia con los datos del estudio 2022.

La tabla 2 presenta las correlaciones entre las variables de estudio.

Tabla 2. Coeficientes de Pearson entre las variables de interés.

Variable	Edad	Tiempo como cuidador	Horas diarias de cuidado	Zarit	PCS
Edad	1	0.035	-0.097	-0.247**	0.085
Tiempo como cuidador		1	0.479**	0.149	0.269**
Horas diarias de cuidado			1	0.292**	0.157
Zarit				1	-0.218*

PCS Preparación para el cuidado, *p<0.05, ** p<0.01

Fuente: elaboración propia con los datos del estudio 2022.

La tabla 3 presenta los resultados de la regresión lineal múltiple

Tabla 3. Modelo de regresión con la sobrecarga del cuidador como variable dependiente

R2 ajustado (0.37) ANOVA p (<0.01)					
	Beta	t	Valor p	Intervalo de confianza del 95	
				Límite inferior	Límite superior
Edad	-0.202	-2.272	0.025	-0.568	-0.039
Tiempo como cuidador	0.101	0.986	0.326	-0.014	0.042
Horas diarias de cuidado	0.266	2.638	0.010	0.120	0.847
Preparación para el cuidado	-0.270	-2.957	0.004	-1.221	-0.241

Fuente: elaboración propia con los datos del estudio 2022.

Discusión

En este apartado se discutirán las características de los cuidadores, así como los resultados más relevantes del estudio y sus implicaciones para la práctica, investigación y políticas públicas en los cuidadores.

Respecto a las características de los cuidadores, la mayoría son mujeres (90.8%), con edad promedio de 57 a 60 años de edad. El porcentaje de cuidadoras es similar a estudios en Colombia, en donde se

encontró que el de cuidadores familiares es cubierto, principalmente, por mujeres solteras, con edades entre los 55 y 60 años [29,30]. El promedio de edad difiere con un estudio realizado en Turquía, donde la edad promedio es de 42 años [31], aspecto relevante, ya que este país de medio oriente, cuenta con una cultura históricamente patriarcal, donde se espera que las responsabilidades del cuidado sean asumidas por la esposa o hijas de la persona y cerca del 37% de la población tiene edades entre 30 y 49 años [32]. Adicionalmente, los cuidadores reportaron una dedicación promedio de 10 a 13 diarias a actividades de cuidado, valor que varía con los resultados de Belén *et al.*, estudio realizado en España, donde el promedio de 9 a 13 horas fue del 24% y más de 14 horas 45% [10].

El modelo de regresión lineal múltiple encontró que las variables (edad, horas diarias dedicadas al cuidar y preparación para el cuidado) mostraron una relación estadísticamente significativa, al presentar valores p menores a 0.01, con una varianza explicada del 37% e intervalos de confianza del 95%. El presente estudio, evidenció que a mayor edad del cuidador, menor es la sobrecarga. En Colombia, se ha estudiado ampliamente la relación de la sobrecarga del cuidador de personas con ECNT con otras variables; donde a mayor edad y mayor experiencia de cuidado [30] la sobrecarga disminuye. Lo anterior, puede deberse a que cuando los cuidadores tienen mayores conocimientos y

preparación frente a la experiencia, le permite desempeñarse mejor en su rol, prepararse y anticiparse a situaciones de cuidado. Adicionalmente, desde la perspectiva de la teoría de adopción del rol, propuesta por Chaparro *et al.*, los cuidadores familiares pueden volverse cuidadores expertos una vez hayan adoptado su rol, en un plazo de meses [6]. Esto permite un desempeño completo de las actividades y conocimientos del cuidador, a partir de la experiencia.

De igual manera, a mayor cantidad de horas diarias dedicadas los cuidadores presentan mayores niveles de sobrecarga. Este resultado difiere del estudio de Campos *et al.*, en donde la relación entre horas dedicadas a cuidar y la sobrecarga, mostró un valor p (0.09), lo que no es estadísticamente significativo; sin embargo dicho estudio si encontró una correlación significativa entre el nivel de escolaridad y la sobrecarga del cuidador [25]. Lo anterior, puede estar relacionado con una variedad de aspectos que influyen en el desempeño de actividades, como las redes de apoyo primarias y secundarias, nivel de autonomía del paciente, complejidad y tipo de condición del paciente, comorbilidades del cuidador, si es cuidador único, la cultura en la que está inmersa la diada, condiciones económicas, entre otras.

Finalmente, la preparación para el cuidado se relaciona de forma inversa con la sobrecarga del cuidador; aquellos cuidadores con

mayores puntajes de PPC tuvieron menores puntajes de sobrecarga, traducida en ausencia de sobrecarga o sobrecarga moderada. En Turquía, Karabulutlu et al., encontró que la relación entre la PPC y la sobrecarga es inversa, con un valor p (<0.01) [31]; este resultado fue obtenido en cuidadores de personas hospitalizadas recibiendo cuidados paliativos, por lo que los autores recomiendan investigar en cuidadores de personas con ECNT y en otros ambientes, como el extra hospitalario. Ahora, la población participante del presente estudio son cuidadores familiares de personas con ECNT, que no se encuentran institucionalizados y participan en un programa de cuidadores en el país. Por consiguiente, teniendo en cuenta las características sociales y culturales de ambas poblaciones, brinda fundamento para continuar las intervenciones relacionadas con aumentar la PPC.

Según la literatura, la PPC tiene implicaciones en la práctica asistencial, la investigación y las políticas públicas. A nivel asistencial e investigación, está demostrado por estudios internacionales que la PPC es una variable correlacionada con la sobrecarga [9,10,31], por lo que aumentar las estrategias que mejoren la PPC subsecuentemente disminuirá las implicaciones de la sobrecarga. En la investigación la PPC servirá como base para la producción de nuevos estudios enfocados en medir esta variable y necesidades en la formación de las habi-

lidades prácticas para el desempeño como cuidador. Finalmente, con respecto a la política pública, se busca entender al cuidador como sujeto de interés para los sistemas de salud, al asumir gran porcentaje de los cuidados a larga data [33,34].

El presente estudio se midieron variables sociodemográficas del cuidador familiar como se evidencian en la tabla 1 y se ha encontrado que la edad, el tiempo como cuidador, las horas diarias dedicadas a cuidar y la preparación para cuidar están correlacionadas con la sobrecarga. Futuros estudios pueden concentrarse en medir la relación entre la preparación para cuidar, la sobrecarga y variables que hayan demostrado correlación con la sobrecarga como la adopción del rol [5], calidad de vida [22], estrés, ansiedad o depresión [35,36]. Adicionalmente, futuros estudios pueden enfocarse en medir las variables antes mencionadas en subgrupos de los cuidadores familiares, que también han demostrado una alta prevalencia de sobrecarga como cuidadores de adultos mayores [37], personas que reciben cuidados paliativos [38], enfermedades oncológicas [17] y enfermedades neurodegenerativas, como la esclerosis múltiples [39] y Alzheimer [40].

Una de las limitaciones del artículo fue la selección de la muestra por conveniencia. Se empleó este tipo de muestreo, al hacer invitación abierta a participar a todos los

participantes de un programa de cuidadores, con presencia en todo el país, siempre y cuando cumplieran con los criterios de inclusión.

Conclusiones

A partir del presente estudio, se puede concluir que existe una correlación, estadísticamente significativa, entre la preparación para cuidar y la sobrecarga del cuidador. Adicionalmente, variables intrínsecas del cuidador como la edad, el tiempo que llevan como cuidadores y las horas diarias dedicadas al cuidar influyen en la sobrecarga del cuidador. Lo anterior constata la necesidad de desarrollar intervenciones con cuidadores familiares de personas con ECNT que busquen mejorar su nivel de preparación para el cuidar, lo que aporta a disminuir sobrecarga del cuidador y sus implicaciones.

Conflictos de interés: Los autores declaran la no existencia de conflictos de interés.

Financiación: No se reportan fuentes de financiación.

Agradecimientos: A nuestros cuidadores por su entusiasmo y participación en este estudio.

Referencias

1. OPS. Enfermedades no transmisibles. OPS/OMS 2021. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>.
2. Vos T, Lim SS, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396:1204–22. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9).
3. Gallardo RK, Ortiz VT. Dependencia física y cognitiva de cuidadores y pacientes con enfermedades crónicas (diabetes e hipertensión arterial). *Nure Investig* 2020;17:1–7.
4. Torres-Pinto X, Carreño-Moreno S, Chaparro-Díaz L. Factores que influyen en la habilidad y sobrecarga del cuidador familiar del enfermo crónico. *Rev La Univ Ind Santander Salud* 2017;49:330–8. <https://doi.org/10.18273/revsal.v49n2-2017006>.
5. Carreño-Moreno S, Chaparro-Díaz L. Adopción del rol del cuidador familiar del paciente crónico: Una herramienta para valorar la transición. *Rev Investig Andin* 2018;20:39–54. <https://doi.org/10.33132/01248146.968>.
6. Chaparro-Díaz L, Carreño-Moreno S, Rojas-Reyes J. Adopting the Role of Caregiver of Chronic Patients: Specific Situation Theory. *Aquichan* 2022;22. <https://doi.org/10.5294/aqui.2022.22.4.2>.
7. Albarracín Rodríguez AP, Cerquera Córdoba AM, Pabón Poches DK. Escala de sobrecarga del cuidador Zarit: estructura factorial en cuidadores informales de Bucaramanga. *Rev Psicol (Universidad Antioquía)* 2016;8:87–99. <https://doi.org/10.17533/udea.rpsua.v8n2a06>.
8. Zwicker D. Preparedness for Caregiving Scale. vol. 1. New York: 2010. Disponible en: <https://phelpshealth.org/sites/default/files/2021-12/Preparedness%20for%20Caregiving%20Scale.pdf>
9. Archbold PG, Stewart BJ, Greenlick MR, Harvath T. Mutuality and preparedness as predictors of caregiver role strain. *Res Nurs Health* 1990;13:375–84. <https://doi.org/10.1002/nur.4770130605>.

10. Gutierrez-Baena B, Romero-Grimaldi C. Development and psychometric testing of the Spanish version of the Caregiver Preparedness Scale. *Nurs Open* 2021;8:1183–93. <https://doi.org/10.1002/nop2.732>.
11. Pucciarelli G, Savini S, Byun E, Simeone S, Barbaranelli C, Vela RJ, et al. Psychometric properties of the Caregiver Preparedness Scale in caregivers of stroke survivors. *Hear Lung J Acute Crit Care* 2014;43:555–60. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2014.08.004>.
12. Petruzzo A, Paturzo M, Buck HG, Barbaranelli C, D'Agostino F, Ausili D, et al. Psychometric evaluation of the Caregiver Preparedness Scale in caregivers of adults with heart failure. *Res Nurs Heal* 2017;40:470–8. <https://doi.org/10.1002/nur.21811>.
13. Hudson PL, Hayman-White K. Measuring the psychosocial characteristics of family caregivers of palliative care patients: Psychometric properties of nine self-report instruments. *J Pain Symptom Manage* 2006;31:215–28. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2005.07.010>.
14. Henriksson A, Andershed B, Benzein E, Årestedt K. Adaptation and psychometric evaluation of the Preparedness for Caregiving Scale, Caregiver Competence Scale and Rewards of Caregiving Scale in a sample of Swedish family members of patients with life-threatening illness. *Palliat Med* 2012;26:930–8. <https://doi.org/10.1177/0269216311419987>.
15. Chaparro L, Sánchez B, Mabel Carrillo G. Encuesta de caracterización del cuidado de la diada cuidador familiar - persona con enfermedad crónica. *Rev Cienc y Cuid* 2014;11:31–45.
16. Gómez-Galindo AM, Peñas-Felizzola OL, Parra-Esquivel EI. Caracterización y condiciones de los cuidadores de personas con discapacidad severa en Bogotá. Characterization and conditions of caregivers to people with severe disabilities in Bogotá. *Rev Salud Pública* 2016;18:367–78. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n3.53048>.
17. Amador Ahumada C, Puello Alcocer EC, Valencia Jimenez NN. Características psicoafectivas y sobrecarga de los cuidadores informales de pacientes oncológicos terminales en Montería, Colombia. *Rev Cuba Salud Pública* 2020;46:1463.
18. Del Ángel-García JE, León Hernández RC, Méndez Santos G, Peñarrieta de Córdoba I, Flores-Barrios F. Relación entre sobrecarga y competencias del cuidar en cuidadores informales de personas con enfermedades crónicas. *MedUNAB* 2020;23:233–41. <https://doi.org/10.29375/01237047.3878>.
19. Parra MD, Torres CC, Arboleda LB, Carvajal RR, Franco S, Santos J. Effectiveness of an educational nursing intervention on caring ability and burden in family caregivers of patients with chronic non-communicable diseases. A preventive randomized controlled clinical trial. *Investig y Educ En Enferm* 2019;37. <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v37n1e04>
20. Gallego Echeverri LA, Córdoba Mosquera N, González Giraldo DF, Ocampo Mellizo E. Salud mental positiva y sobrecarga en el cuidador principal de personas con discapacidad de tipo cognitivo en una fundación de la ciudad de Armenia. *Rev Psicol GEPU* 2018;9:30–43.
21. Giraldo Montoya DI, Zuluaga Machado S, Uribe Gómez V. Sobrecarga en los cuidadores principales de pacientes con dependencia permanente en el ámbito ambulatorio. *Med UPB* 2018;37:89–96. <https://doi.org/10.18566/medupb.v37n2.a02>.
22. Reyes-Rojas M, Flórez-Enciso E, Coronel-Brochero L, Cadena-Wilches A. Sobrecarga, calidad de vida, bienestar en cuidadoras de niños con discapacidad en dos regiones de Colombia. *Duazary* 2019;16:134–45. <https://doi.org/10.21676/2389783X.2948>.
23. Carreño-Moreno S, Chaparro-Díaz L, Criado L, Vega OM, Cuenca I. Magnitud de efecto de un programa dirigido a cuidadores familiares de personas con enfermedad crónica. *Nova* 2018;16:11–20. <https://doi.org/10.22490/24629448.2684>.
24. Valencia Rico CL, Rodríguez Marín JE, Gonzalez Franco S, De la Pava Muñoz K. Carga de cuidado en cuidadores de personas con enfermedad crónica pertenecientes a un programa de hospitalización en casa (Manizales, Colombia). *Arch Med* 2018;18:313–23. <https://doi.org/10.30554/archmed.18.2.2718.2018>.

25. Campos de Aldana MS, Durán Niño EY, Rivera Carvajal R, Páez Esteban AN, Carrillo Gonzales GM. Sobrecarga y apoyos en el cuidador familiar de pacientes con enfermedad crónica. *Rev Cuid* 2019;10. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v10i3.649>.
26. Gómez-Ramírez E, Calvo-Soto AP, Dosman BT, Ángulo MD los ángeles. Sobrecarga del cuidado y morbilidad sentida en cuidadores de niños con discapacidad. *Duazary* 2019;16:67. <https://doi.org/10.21676/2389783x.2508>.
27. Martínez De La Iglesia J, Herrero RD, Vilches MCO, Taberné CA, Colomer CA, Luque RL. Cross-cultural adaptation and validation of Pfeiffer's test (Short Portable Mental Status Questionnaire [SPMSQ]) to screen cognitive impairment in general population aged 65 or older. *Med Clin (Barc)* 2001;117:129–34. [https://doi.org/10.1016/s0025-7753\(01\)72040-4](https://doi.org/10.1016/s0025-7753(01)72040-4).
28. Barreto-Osorio RV, Campos MS, Carrillo-González GM, Coral-Ibarra R, Chaparro-Díaz L, Duran Parra M, et al. Entrevista Percepción de Carga del Cuidado de Zarit: pruebas psicométricas para Colombia. *Aquichan* 2015;15:368–80. <https://doi.org/10.5294/aqui.2015.15.3.5>.
29. Valencia Rico CL, Rodríguez Marín JE, Gonzalez Franco S, De la Pava Muñoz K. Carga de cuidado en cuidadores de personas con enfermedad crónica pertenecientes a un programa de hospitalización en casa (Manizales, Colombia). *Arch Med* 2018;18:313–23. <https://doi.org/10.30554/archmed.18.2.2718.2018>.
30. Salazar -Maya AM, Cardozo García Y, Escobar Ciro CL. Carga de cuidado de los cuidadores familiares y nivel de dependencia de su familiar. *Investig En Enfermería Imagen y Desarro* 2020;22. <https://doi.org/10.11144/javeriana.ie22.cccf>.
31. Karabulutlu EY, Turan GB, Yanmış S. Evaluation of care burden and preparedness of caregivers who provide care to palliative care patients. *Palliat Support Care* 2022;20:30–7. <https://doi.org/10.1017/S1478951521000213>.
32. Cavlin, Alanur Adali, Tugba Kumas A. Current overview of Turkey's population. 2016.
33. Santos M, Sousa C, Pereira M, Pereira MG. Quality of life in patients with multiple sclerosis: A study with patients and caregivers. *Disabil Health J* 2019;12:628–34. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2019.03.007>.
34. Hauser SL, Cree BAC. Treatment of Multiple Sclerosis: A Review. *Am J Med* 2020;133:1380-1390.e2. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.05.049>.
35. Wilson Daniel Ossa Pérez. Sobrecarga y estrés en cuidadores familiares de personas mayores. Pdf 2018:1–128.
36. Mares-Rico KF, Cardona-Ramírez VL, Franco-Álvarez DM, Medina-Fernández IA, Medina-Fernández JA, Carrillo-Cervantes AL. Ansiedad , depresión y soledad en cuidadores de personas con enfermedad crónica. *Index de Enfermería* 2022;31:170–3.
37. Sánchez Martínez RT, Molina Cardona EM, Gómez-Ortega OR. Intervenciones de enfermería para disminuir la sobrecarga en cuidadores: un estudio piloto. *Rev Cuid* 2016;7:1171. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v7i1.251>.
38. Oliveira M do BP de, Souza NR de, Bushatsky M, Dâmaso BFR, Bezerra DM, Brito JA de. Oncological homecare: family and caregiver perception of palliative care. *Esc Anna Nery - Rev Enferm* 2017;21. <https://doi.org/10.5935/1414-8145.20170030>.
39. Puerto-Guerrero AH, López-Díaz L, Velásquez-Gutiérrez VF, Tovar-Roa RL, López-Reyes L. Cuidadores de personas con esclerosis múltiple: carga de cuidado, apoyo social y calidad de vida. *Duazary* 2022;19:72–84. <https://doi.org/10.21676/2389783X.4686>.
40. Sousa SML, Ferreira DF, Gonçalves LHT, Polaro SHI, Fernandes D de S. Sobrecarga do cuidador familiar da pessoa idosa com Alzheimer. *Enferm Bras* 2021;19:246–52. <https://doi.org/10.33233/eb.v19i3.3081>.

Regeneración ósea guiada y cirugía implantológica en paciente con trauma dento alveolar complicado.

Reporte de caso

Guided bone regeneration and implantological surgery in patients with a complicated alveolar dental trauma. A case report

Brian Espinosa-Segura¹, Jimena Ramos-Ramirez², Fernando Marengo-Pertuz³, Antonio Díaz-Caballero⁴

Resumen

Antecedentes. La dificultad de la rehabilitación oral varía dependiendo de los factores que ocasionaron la pérdida o destrucción del tejido original, la mayor causa de la rehabilitación dental es la fractura por traumatismo siendo esta más común en jóvenes, estas fracturas pueden ser restauradas o provocar la extracción dental, en aquellos casos donde el traumatismo provoca la extracción dental diversos factores como densidad y estado del contorno óseo juegan un papel importante cuando lo que se quiere es una rehabilitación por implante dental, es por eso que se juntan diversas técnicas y materiales de injerto óseo junto a fibrina rica en plaqueta para aumentar la tasa de éxito. **Objetivo.** Mostrar el manejo clínico de un paciente con traumatismo alveolar complicado, exponiendo el protocolo quirúrgico, usando dos tipos de injertos óseos y membranas de colágeno. **Presentación del caso.** Paciente de sexo femenino llega a consulta con antecedente de trauma dentoalveolar complicado 1 mes antes de la atención, presenta fractura coronal complicada de 12, 21 y 22, Se decidió realizar procedimiento quirúrgico con injerto óseo en combinación con membrana de colágeno. **Resultados.** La paciente evolucionó de forma favorable, obteniendo los resultados estéticos y funcionales deseados. **Conclusión.** La aplicación de tratamiento de regeneración ósea guiada y cirugía implantológica como se realizó en el caso reportado fue una opción favorable e innovadora para rehabilitación oral. Luego de 1 año

1. Universidad de Cartagena, Cartagena-Bolívar, Colombia. Facultad de Odontología, Semillero de Investigaciones Grupo Gitouc. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8090-4020>

2. Universidad de Cartagena, Cartagena-Bolívar, Colombia. Facultad de Odontología, Semillero de Investigaciones Grupo Gitouc. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3675-3536>

3. Universidad de Cartagena. Cartagena-Bolívar, Colombia. Facultad de Odontología, Semillero de Investigaciones Grupo Gitouc. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1257-7184>

4. Universidad de Cartagena. Cartagena-Bolívar, Colombia. Facultad de Odontología, Semillero de Investigaciones Grupo Gitouc. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9693-2969>

Correspondencia: bespinosas@unicartagena.edu.co

de seguimiento del caso, se evidencia estabilidad implantar y periimplantar en el empleo de dos tipos de injertos.

Palabras clave: implante dental, injerto óseo, traumatismo dental.

Abstract

Background. The difficulty of dental restoration varies depending on the factors that caused the loss or destruction of the original tissue, the major cause of dental rehabilitation is trauma fracture being more common in young people, these fractures can be restored or cause tooth extraction, in those cases where trauma causes tooth extraction various factors such as density and state of bone contour play an important role when what is wanted is a rehabilitation by dental implant, This is why different techniques and bone graft materials are combined with platelet-rich fibrin to increase the success rate. **Objective.** To show the clinical management of a patient with complicated alveolar trauma, exposing the surgical protocol, using two types of bone grafts and collagen membranes. **Case report:** Female patient comes to a consultation with a history of complicated dentoalveolar trauma 1 month before care, presents complicated coronal fracture of 12, 21 and 22, It was decided to perform surgical procedure with bone graft in combination with collagen membrane. **Results.** The patient developed favorably, obtaining the desired aesthetic and functional results. **Conclusion.** The application of guided bone regeneration treatment and implant surgery as performed in the reported case was a favorable and innovative option for oral rehabilitation. After 1 year of follow-up of the case, implant and peri-implant stability is evidenced in the use of two types of grafts.

Keywords: dental implant; bone graft, dental trauma.

Introducción

En la actualidad, resulta un gran desafío poder restaurar la apariencia natural y la anatomía de los dientes perdidos. Múltiples factores y condiciones tales como el

desarrollo de una patología, traumatismo o cirugía pueden dar como resultado una pérdida significativa del periodonto y las estructuras circundantes. Los implantes

dentales por sus resultados predecibles, alta tasa de éxito, Biocompatibilidad soportada por múltiples estudios, que hacen posible la oseointegración, son una alternativa muy aceptada para la reposición de dientes ausentes, teniendo como objetivo proporcionar restauraciones bien integradas, que sean funcionales, duraderas, estéticos y con bajo riesgo de complicaciones. (1)

En virtud que el volúmen óseo está relacionado entre otras circunstancias, a la presencia de dientes, es vital preservar el volumen óseo presente al momento de una extracción o regenerar en caso de presentar una pérdida ósea que impida una futura rehabilitación implantosoportada (2). Es aquí donde cobra importancia la regeneración ósea guiada, propendiendo ganar volumen y altura ósea para corregir el contorno tanto óseo como de la mucosa gingival y la posterior apariencia estética al momento de rehabilitar.

La regeneración ósea guiada es una alternativa para restaurar el volumen de la cresta alveolar ya que esta permite la osteointegración y estabilidad de los implantes, las técnicas de regeneración buscan rellenar la cresta deficiente con sustitutos óseos autógenos y esto permite un adecuado mantenimiento del volumen óseo que junto con un injerto de membrana para proteger el material injertado, promueve la regeneración del hueso proporcionando factores de crecimiento (3, 4).

El Xenoinjerto es un sustituto óseo procedente de especies distintas al receptor, animales o minerales semejantes al hueso. Presentan propiedades osteoinductoras y son biocompatibles, con una fácil disponibilidad y están libres de peligro de transmisión de enfermedades cuando se cumplen todos los protocolos (5).

El objetivo de este caso es mostrar el manejo clínico de un paciente con traumatismo alveolar complicado, exponer el protocolo quirúrgico empleado, usando dos tipos de injertos óseos combinados con membrana de colágeno.

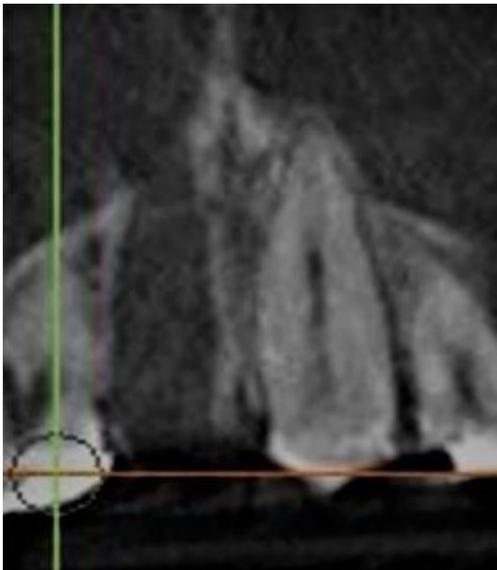
Caso clínico

Paciente femenina de 23 años que acude en agosto del año 2020 a consulta con antecedente de 1 mes de trauma dentoalveolar y pérdida del 11.

1A



1B



1C

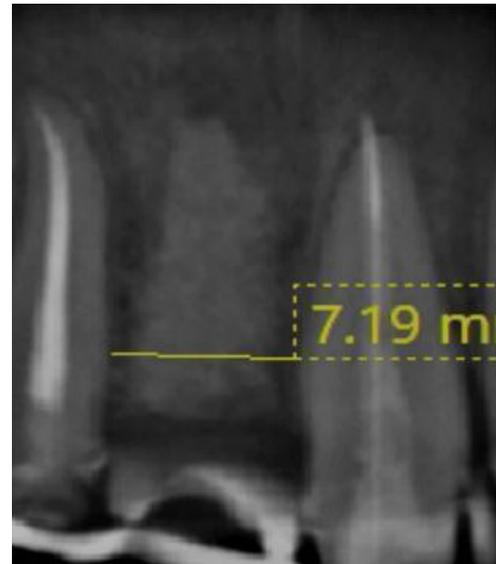


Figura 1A: En la inspección clínica se evidencia ausencia del 11 (sistema dígito dos), fractura coronal complicada de 12, 21 y 22. **1B Y 1C:** Ausencia radiográfica de 11 y fractura coronal complicada de 12, 21 y 22, al realizar la endodoncia del 12 se evidenció perforación del diente a nivel coronal, con compromiso cameral, sin comprometer UAC o tercio coronal de la raíz, por lo que se planteó realizar aumento de corona clínica del 12, seguido de una provisionalidad.

Para el procedimiento quirúrgico se aplicó anestesia con técnica infraorbitaria bilateral + palatina anterior con Articaina al 4% adrenalina 1/100.000 UI, se procedió a realizar incisión supracrestal en reborde edéntulo de 11 con relajante vertical en zona

distal de 13, con la finalidad de disminuir los compromisos estéticos.

A continuación, se realizó un colgajo a espesor total de 13 a 23

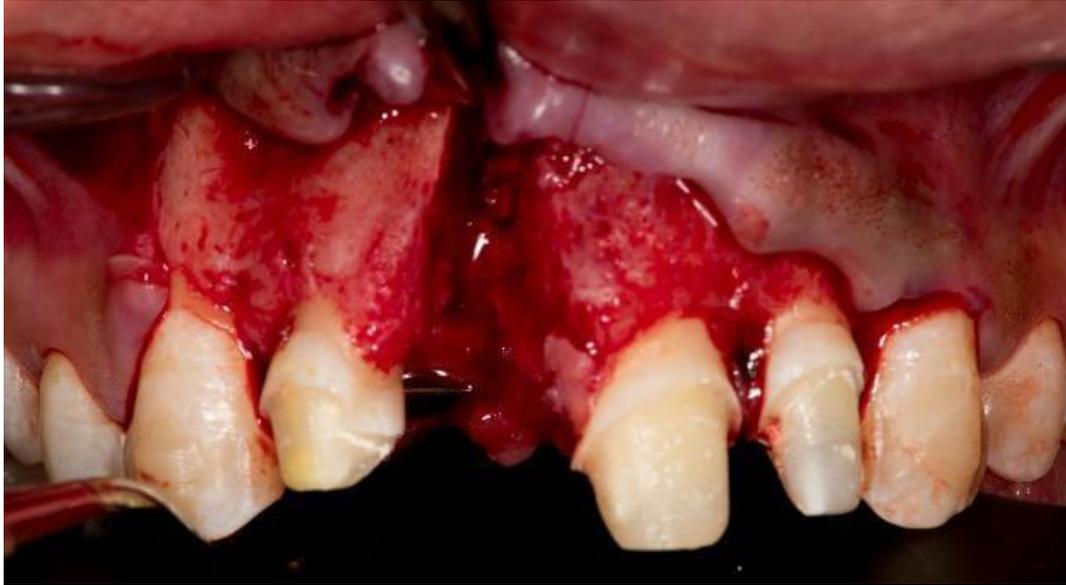


Figura 2: Colgajo a espesor total de OD 13 a 23 con técnica mucosa superficial, se evidenció compromiso de las tablas vestibular y palatina, defecto en sentido apical, se acercó a 4 mm de Espina nasal anterior.

Se verificó pasividad de colgajo, la cual se consiguió con técnica mucosa superficial, se evidenció ausencia de tablas vestibular y palatina en región de 11.

Seguidamente, se realizaron corticotomías vestibulares y palatinas, además de la adaptación de membrana de colágeno Biomend de 15*20 mm de la casa comercial Zimmer por palatino

3A



3B



Figura 3A: Adaptación de membrana de colágeno Biomend de 15*20 mm de la casa comercial Zimmer por palatino por palatino, colocación de injerto óseo Aloinjerto y Xenoinjerto (Puros ® de casa comercial Zimmer de 1 cc + Bioss de casa comercial geitslich 1gr) **3B:** Se colocó en vestibular una nueva membrana de colágeno superpuesta a la colocada por palatino, ambas membranas se fijaron con sutura monofilamento 5/0 assucryl de Assut ®.

Posteriormente se realiza colocación de injerto óseo, debido al gran compromiso, se empleó una mezcla de Aloinjerto y Xenoinjerto (Puros ® 1 cc + Bioss) con la finalidad de aprovechar las propiedades de ambos materiales; Volumen y reabsorción. Posteriormente se colocó por vestibular

una nueva membrana de colágeno superpuesta a la colocada por palatino.

Ambas membranas se fijaron con sutura monofilamento 5/0 assucryl de Assut ®. Finalmente se posicionaron los colgajos coronalmente.

4A



4B



Figuras 4A y 4B: posicionamiento de los colgajos coronalmente y se suturaron los bordes con monofilamento 5/0 Nylon.

Se suturaron los bordes con monofilamento 5/0 Nylon . Se le dieron recomendaciones postoperatorias a la paciente y se prescribió analgesia y antibioticoterapia vía oral y parenteral.

Se realizó control a los 7, 15 días y 6 meses después de la intervención quirúrgica. En febrero de 2021 se realiza procedimiento de implantología.

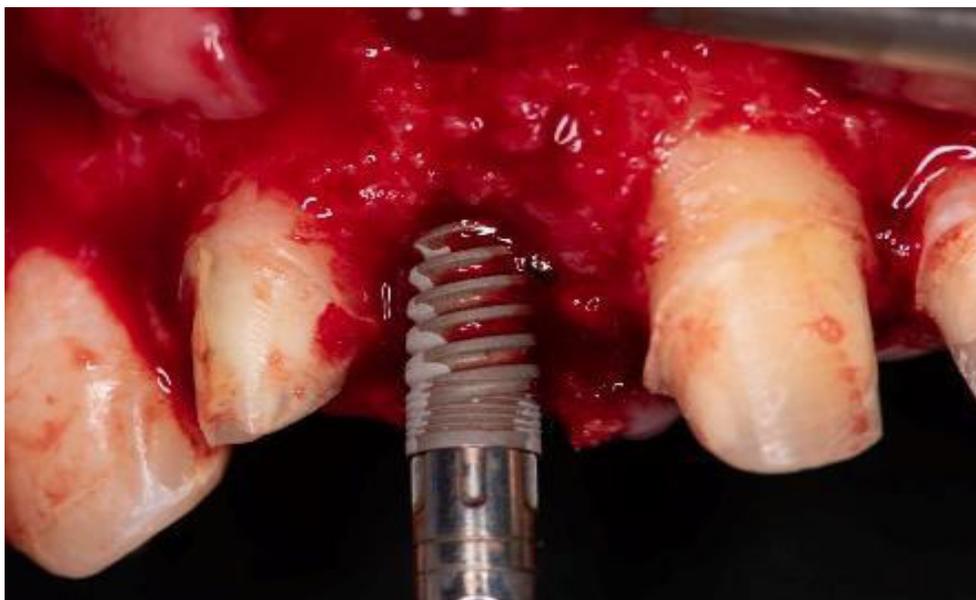




Figura 5: Procedimiento implantológico con implante Seven® 3,75*11,5.

Donde se emplea implante de casa comercial MIS de referencia SEVEN de dimensiones 3,75*11,5 mm insertado, lecho implantológico, preparado previamente a 850 RPM, logrando fijación primaria a 35 NCM. A los 5 meses del procedimiento implantológico, se inició proceso de re-

habilitación del implante, con el objetivo de lograr nivelación de puntos zenit. Actualmente la paciente se encuentra rehabilitada con coronas de disilicato de litio en OD 12, 11, 21, 22 y control permanente de periodoncia y rehabilitación oral.

Discusión

Entre los factores que pueden dar como desarrollo o inicio de un trauma dental encontramos ámbitos sociales y culturales que entran a dar pie al motivo y edad estipulada del traumatismo (6). Los efectos secuenciales del daño al órgano dental por trauma afectan la economía del grupo familiar del paciente, su estado emocional, y su desarrollo en social y funcional (7). Según Magno *et al* el trauma dental es el resultado de fuerzas repentinas e imprevistas que actúan sobre los dientes y/o los tejidos duros y blandos circundantes, siendo esta una de las mayores causas de pérdida de un órgano dental, sobre todo en la población juvenil (6). Es así que se estipula que es una de las mayores causas por las que un paciente pueda necesitar un implante dental.

El hueso autólogo se ha considerado el Gold standard para la reconstrucción de defectos óseos por el grado de bioestimulación y baja tasa de rechazo. (8) Sin embargo, Lin *et al*, refieren que este injerto está restringido por limitaciones anatómicas, morbilidad del sitio donante y dolor, además de presentar limitaciones en cuanto a la cantidad utilizable. (9) Por lo cual en el presente caso clínico se utilizó una mezcla de hueso Xenoinjerto y Aloinjerto con la finalidad de aprovechar las ventajas de ambos materiales usados para la regeneración. Sin embargo, siempre se previó el riesgo de

transmisión de enfermedades para los receptores y respuesta antigénica realizando controles a los 7, 15 días y 6 meses después de la intervención quirúrgica. Así mismo, se tomaron medidas para escoger el banco de injertos óseos que en este caso fueron Puros® de casa comercial Zimmer y Bioss, para reducir complicaciones postoperatorias y morbilidad tal como es recomendado por Martínez Alvarez *et al*, que resalta la calidad del hueso según el banco de elección (5).

Según estudios de Camps *et al*, la prevalencia de infecciones post implante abarcan hasta un 11% las cuales ahora se miran como un factor de riesgo para la osteointegración y aumento del riesgo de falla temprana (10). Según Alexandre Pico el uso de membranas de colágeno reabsorbibles estimulan la regeneración ósea y cumplen su propósito en cuanto estas no presenten exposición, debido a que abandonarían su papel como barrera biológica.(11) Por lo cual en este caso clínico al momento de realizar la sutura se aseguró de no dejar alguna exposición a nivel vestibular ni palatino, teniendo como resultado una excelente cicatrización del situ quirúrgico. (4) Además, es respaldado el hecho de que las tasas de supervivencia de los implantes son más bajas que las de los dientes, incluso cuando están comprometidos, pero se tratan y mantienen adecuadamente. Daniel Clark *et al*, afirma en una revisión sistemática, que las tasas de

pérdida de dientes a largo plazo oscilaron entre el 3,6% y el 13,4%, mientras que la tasa de pérdida de implantes dentales osciló entre el 0% y el 33%(12).

Al tener en cuenta el porcentaje máximo de la pérdida de implantes dentales es recomendado tener un pronóstico realista que podría tener complicaciones, (12) con el fin de brindarnos un campo de posibilidades buenas y malas respecto al tipo de procedimiento y materiales a usar, tal como se usó en el paciente una mezcla de injertos óseos por el gran compromiso de las tablas vestibulares y palatinas para prevenir fracasos y aumentar la tasa de éxito de recuperación post quirúrgica para la colocación de un implante, teniendo en cuenta que el conjunto de materiales, instrumentos o técnicas de trabajo que busquen la supervivencia del implante dental aumentan la posibilidad del éxito del implante tras su colocación, esto es con el fin de aprovechar todas las propiedades de biocompatibilidad (13).

Conclusión

La aplicación de tratamiento de regeneración ósea guiada y cirugía implantológica como se realizó en el caso reportado fue una opción favorable e innovadora para rehabilitación oral.

Luego de 1 año de seguimiento del caso, se evidencia estabilidad implantar y perim-

plantar en el empleo de dos tipos de injertos, Se sugiere realizar estudios que permitan continuar con esta línea de investigación e incrementar la evidencia científica y clínica que respalde los procedimientos de regeneración ósea guiada.

Referencias

1. Verástegui Baldarrago GA. Implantes posextracción con regeneración ósea guiada. Rev Odontológica Basadrina. 7 de enero de 2020;3(2):37-40.
2. Franco Hiza Y, Cortez Velásquez A. Tratamiento del alveolo post-exodoncia. Odontol Actual. 15 de diciembre de 2021;6(7):9-14.
3. Martínez Álvarez O, Barone A, Covani U, Fernández Ruíz A, Jiménez Guerra A, Monsalve Guil L, et al. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. Av En Odontoestomatol. 2018;34:111-9.
4. Calzavara D, Regidor E, Romandini M, Ortiz-Vigón A. Clinical efficacy of non resorbable membranes in guided bone regeneration. Periodoncia Clínica 2021. 6 de abril de 2021;
5. Regidor E, Morante S, Lorenzo R, Ortiz-Vigón A, Gross E. Clinical efficacy of allogeneic bone grafts for bone reconstruction in implant therapy. Periodoncia Clínica 2021. 6 de abril de 2021;
6. Magno MB, Nadelman P, Leite KL de F, Ferreira DM, Pithon MM, Maia LC. Associations and risk factors for dental trauma: A systematic review of systematic reviews. Community Dent Oral Epidemiol. diciembre de 2020;48(6):447-63.
7. Patnana AK, Chugh A, Chugh VK, Kumar P, Vanga NRV, Singh S. The prevalence of traumatic dental injuries in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol. junio de 2021;37(3):383-99.
8. Schmidt AH. Autologous bone graft: Is it still the gold standard? Injury. junio de 2021;52:S18-22.

9. Li M, Yin S, Lin M, Chen X, Pan Y, Peng Y, et al. Current status and prospects of metal–organic frameworks for bone therapy and bone repair. *J Mater Chem B*. 2022;10(27):5105-28.
10. Camps-Font O, Martín-Fatás P, Clé-Ovejero A, Figueiredo R, Gay-Escoda C, Valmaseda-Castellón E. Postoperative infections after dental implant placement: Variables associated with increased risk of failure. *J Periodontol*. octubre de 2018;89(10):1165-73.
11. Pico Blanco A. Actualización en el uso de membranas reabsorbibles en implantes. *Gac Dent Ind Prof*. 2008;189:86-107.
12. Clark D, Levin L. In the dental implant era, why do we still bother saving teeth? *Dent Traumatol*. diciembre de 2019;35(6):368-75.
13. Wang Y, Bäumer D, Ozga AK, Körner G, Bäumer A. Patient satisfaction and oral health-related quality of life 10 years after implant placement. *BMC Oral Health*. diciembre de 2021;21(1):30.

Evaluación la acción antibacteriana de tres extractos etanólicos de propóleos de los municipios de Sevilla, Cartago y Armenia, Colombia contra MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a meticilina)

Antibacterial activity of three ethanolic extracts of propolis from the municipalities of Sevilla, Cartago, and Armenia, Colombia, against MRSA (*Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*)

Luz Elena Triana¹, Armando Lucumi²

Resumen

Introducción. El *Staphylococcus aureus* es un patógeno comúnmente asociado con infecciones hospitalarias y comunitarias, especialmente cepas meticilina-resistentes que limitan las opciones de tratamiento. La resistencia de estas cepas a los antibióticos beta-lactámicos ha motivado la búsqueda de nuevas fuentes antimicrobianas, y los productos naturales, como los extractos de propóleos, han demostrado eficacia contra *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. La actividad antimicrobiana del propóleo está vinculada a su diversidad química, que depende de la flora utilizada por las abejas para su elaboración. **Objetivo.** El presente estudio tiene como objetivo determinar la acción antibacteriana de tres extractos etanólicos de propóleos de los municipios de Sevilla, Cartago y Armenia, Colombia *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. **Metodología.** La metodología incluyó la obtención de extractos etanólicos de propóleos recolectados en diferentes regiones colombianas, seguida por el fraccionamiento e identificación del propóleo con mayor actividad bactericida. Posteriormente, se realizó un análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) para identificar el compuesto predominante en las fracciones seleccionadas. **Resultados.** Los tres propóleos evaluados en este estudio demostraron actividad bactericida a una concentración de 10 mg/mL, con el propóleo de Cartago se encontraron concentraciones inferiores a 5 mg/mL.

1. Docente en la Facultad de Salud, programa de medicina, Universidad Libre, Seccional Cali, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-000330194742>

2. Docente en la Facultad de Salud, programa de medicina, Universidad Libre, Seccional Cali, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0411-3654>

Correspondencia: elehi@yahoo.es

El análisis cromatográfico identificó 3-Hexadeciloxiocarbonilo-5-(2-hidroxietil) como el compuesto predominante. **Conclusión.** Finalmente, se resalta la necesidad de investigaciones adicionales para comprender el potencial farmacológico de los propóleos colombianos, específicamente la actividad bactericida del propóleo de Cartago contra *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina.

Palabras clave: MRSA, propolios colombianos, actividad antimicrobiana.

Abstract

Introduction. *Staphylococcus aureus* is a pathogen commonly associated with hospital and community-acquired infections, particularly methicillin-resistant strains that impose limitations on treatment options. The resistance of these strains to beta-lactam antibiotics has spurred the search for new antimicrobial sources, and natural products such as propolis extracts have demonstrated efficacy against *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*. The antimicrobial activity of propolis depends to the flora used by the bees to make the propolis.

Aim. This study aims to determine the antibacterial activity of three ethanolic extracts of propolis from the municipalities of Sevilla, Cartago, and Armenia, Colombia, against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*.

Methodology. The methodology involved obtaining ethanolic extracts of propolis collected from different regions of Colombia, followed by fractionation and identification of the propolis with the highest bactericidal activity. Subsequently, an analysis using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS) was identified the predominant compound in the selected fractions.

Results. All three propolis samples evaluated in this study demonstrated bactericidal activity at concentration of 10 mg/mL, with the Cartago propolis showing concentrations below 5 mg/mL. Chromatographic analysis identified 3-Hexadecyloxycarbonyl-5-(2-hydroxyethyl) as the predominant compound. **Conclusion.** In conclusion, the need for additional research to understand the pharmacological potential of Colombian propolis, specifically the bactericidal activity of Cartago propolis against *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus*.

Keywords: MRSA, Colombian propolis, antimicrobial activity.

Introducción

Staphylococcus aureus resistente a meticilina (MRSA) es un patógeno habitual causante de infecciones de origen hospitalario y comunitarias, especialmente las cepas MRSA. Estas bacterias son resistentes a prácticamente todos los antibióticos beta lactámicos, lo cual limita significativamente las opciones de tratamiento (1).

Es así como, a nivel mundial se viene explorando y valorando el uso de los productos naturales como fuente de nuevos agentes antimicrobianos (2). Numerosos estudios han demostrado que los extractos de propóleos inhiben eficazmente el crecimiento de MRSA (3), los mecanismos de acción bactericida asociados al propóleo son dos principalmente, por inhibición de la enzima RNA polimerasa o disrupción de la pared celular y/o membrana del patógeno (4–6).

La actividad antimicrobiana del propóleo está íntimamente relacionada con los compuestos químicos que lo constituyen, como flavonoides, ácidos fenólicos, ésteres, aldehídos y cetonas; esta diversidad química depende de la flora que utilicen las abejas para elaborarlo (7). La mayoría de los propóleos colombianos son de color marrón oscuro y son típicos de las familias Anacardiaceae, Asteraceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae y Rubiaceae (8).

Con base a la gran diversidad de flora colombiana y con el propósito de determinar el potencial farmacéutico del propóleo, el presente estudio tiene como objetivo determinar la acción antibacteriana de tres extractos etanólicos de propóleos de los municipios de Sevilla, Cartago y Armenia, Colombia contra MRSA.

Metodología

Obtención del extracto etanólico del propóleo

Se recolectaron 200 gr de propóleo de tres fincas apicultoras de los Municipios de Armenia, Sevilla y Cartago, en Colombia, que se encuentran ubicadas en tres altitudes diferentes: 1612, 1551 y 917 m.s.n.m. respectivamente. A las tres muestras de 500 mg (cada una), se les retiraron manualmente restos pequeños de astillas de madera, hojas u otros, obteniendo una muestra final de 150 gr y fueron almacenados en frascos estériles bajo refrigeración, hasta su uso.

Para la obtención del extracto etanólico de propóleo (EEP) se cortó el propóleo en trozos pequeños, posteriormente se colocó 100 gr de propóleo y se diluyeron en 500 mL de alcohol al 96%, se secó a baño maría a 34°C. El sobrenadante se filtró con papel Wathman N° 42.

Ensayo dosis-respuesta de concentraciones alta, media y baja (20-10-5 mg/ml) del extracto etanólico total de propóleo

Inicialmente, se llevó a cabo un tamizaje de la actividad bactericida de las muestras, evaluando cada propóleo a concentraciones de 20-10-5 mg/ml. El propóleo seleccionado para la determinación de la Concentración Inhibitoria Mínima (CMI) y el fraccionamiento fue aquel que presentó actividad bactericida a 5 mg/mL.

La cultura bacteriana (cepa de referencia bacteriana MRSA ATCC 25923) se homogeneizó en 10 mL de medio de caldo Laurie (LB) y se incubó durante 12 horas a 37 °C. La densidad óptica se ajustó al estándar de Mac Farland 1.4. Las bacterias se trataron con el extracto etanólico en una dosis experimental seleccionada durante un período de 24 horas a 37 °C con agitación constante. Al final del tiempo de incubación, se sembraron 100 microlitros de bacterias tratadas en agar sangre durante 24 horas a 37 °C. El control negativo de bacterias consistió en aquellas tratadas con una concentración final del 1% de DMSO.

Fraccionamiento del propóleo con actividad bactericida

Utilizando la metodología de cromatografía de absorción en columna, fue fraccionado 1 mg del extracto etanólico de propóleo pro-

veniente de Cartago, a partir de la actividad bactericida a una concentración de 0.05mg/mL. Se empleó como fase móvil un gradiente de polaridad con etanol 90-60-30 % v/v de etanol y como fase estacionaria 30 g de silica gel 60 (0.063-0.200mm), 45 % de altura de la columna. Las fracciones colectadas manualmente, enumeradas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se dejaron secar a temperatura ambiente y fue determinado el MIC de cada fracción.

Como resultado de la elusión con etanol al 90%, la fracción 7 fue seleccionada para fraccionamiento, al mostrar un % inhibición de MRSA a 1.25 mg/mL y 0,05 mg/mL, como se describe en la tabla 3.

Seguidamente, 0,01 g de material seco recolectado; fue fraccionado empleando como fase móvil un gradiente de polaridad con 15 % acetato de etilo y 85 % Hexano y como fase estacionaria silica gel (0.063-0.200mm), Se colectaron 12 fracciones manualmente; enumeradas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, se dejaron secar a temperatura ambiente, seguidamente se cuantificó el material obtenido y se determinó si inhibía o no el crecimiento bacteriano.

Análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa (GC-MS)

Para el análisis por GC-MS, se utilizó el sistema GCMS-QP-2010 ULTRA de SHIMADZU, con un rango de masas de

30-700 masa/carga, relación de división 0.0, voltaje de 70eV y un flujo total de 5.0 ml/min. El método consistió en una temperatura inicial de 80 °C durante 1 minuto, seguido de un aumento de 5 °C/min hasta 120 °C durante 1 minuto, y luego un aumento de 8 °C/min hasta 300 °C durante 4 minutos, para una posterior limpieza. El tiempo total de ejecución de la GC fue de 40 minutos.

Calculamos el porcentaje relativo de cada componente comparando su área promedio de pico con el área total utilizando el software Turbo Mass (versión 5.2). Para la identificación de compuestos, comparamos los picos aislados del extracto de la planta con espectros conocidos en la Base de Datos del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, que contiene 62,000 estándares.

Resultados

Tamizaje de la actividad bactericida de los tres extractos etanólicos de propóleos, proveniente de los municipios de Armenia, Sevilla y Cartago, en Colombia

Inicialmente, se realizó un tamizaje con el fin de seleccionar el extracto etanólico que presentara actividad bactericida contra MRSA a 5 mg/mL. Se encontró que el extracto de propóleo de Cartago presentó actividad a 5 mg/mL (tabla 1).

Tabla 1 Tamizaje de la actividad bactericida de los extractos etanólicos de los municipios de Sevilla, Armenia y Cartago.

Extract concentration (mg/mL)	20	10	5
<i>Propóleo Sevilla</i>	I	I	NI
<i>Propóleo Armenia</i>	I	I	NI
<i>Propóleo Cartago</i>	I	I	I

I: Porcentaje de inhibición de MRSA
NI: No inhibición de MRSA

Tabla 2 Tamizaje de la actividad bactericida del extracto etanólico del municipio de Cartago.

Extract concentration (mg/mL)	5	2,5	1,25	0,6
<i>Propóleo Cartago</i>	I	I	I	NI

I: Porcentaje de inhibición de MRSA
NI: No inhibición de MRSA

Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico del propóleo de Cartago

Como se puede observar en la tabla 2, se encontró que el extracto etanólico del propóleo de Cartago presentaba una MIC de 1,26 mg/mL

Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) de las fracciones del extracto etanólico de propóleo de Cartago

El extracto completo fue fraccionado empleando como fase móvil un gradiente de polaridad con etanol 90-60-30 % v/v de

etanol y como fase estacionaria silica gel; se obtuvieron 7 fracciones en total y fue evaluada la capacidad bactericida a 2,5 y 1,26

mg/mL (tabla 3). Se encontró que la fracción número 7 presentó actividad bactericida a 1,26 mg/mL.

Tabla 3. MIC de las fracciones del extracto etanólico de propóleo de Cartago.

Concentración de etanol utilizada para elusión (% v/v)	Fracción	1,25 mg/mL	0,5 mg/mL
30	1	I	NI
	2	I	NI
	3	NI	NI
	4	NI	NI
60	5	NI	NI
	6	NI	NI
90	7	I	I

I: Porcentaje de inhibición de MRSA

NI: No inhibición de MRSA

Tabla 4. Actividad bactericida de la fracción número 7 del extracto etanólico de propóleo de Cartago.

Fracción	Concentración final en el medio mg/mL	Actividad Bactericida
1	0,35	NI
2	0,45	NI
3	0,45	NI
4	0,25	NI
5	1,05	NI
6	0,2	NI
7	0,1	NI
8	0,3	NI
9	0,05	NI
10	0,5	NI
11	0,05	I
12	0,05	I

I: Porcentaje de inhibición de MRSA

NI: No inhibición de MRSA

Análisis cromatográfico

Las fracciones 11 y 12, obtenidas con la mezcla de hexano al 85% / etil etanoato al 15%, fueron sometidas a análisis cromatográfico acoplado a espectrometría de masas. Se identificaron un total de 25 com-

puestos, con base en el tiempo de retención (RT) y el área de pico de los compuestos individuales. El compuesto predominante, del pico número 12, fue identificado como 3-Hexadeciloxiocarbonilo-5-(2-hidroxietil) (Figura 1).

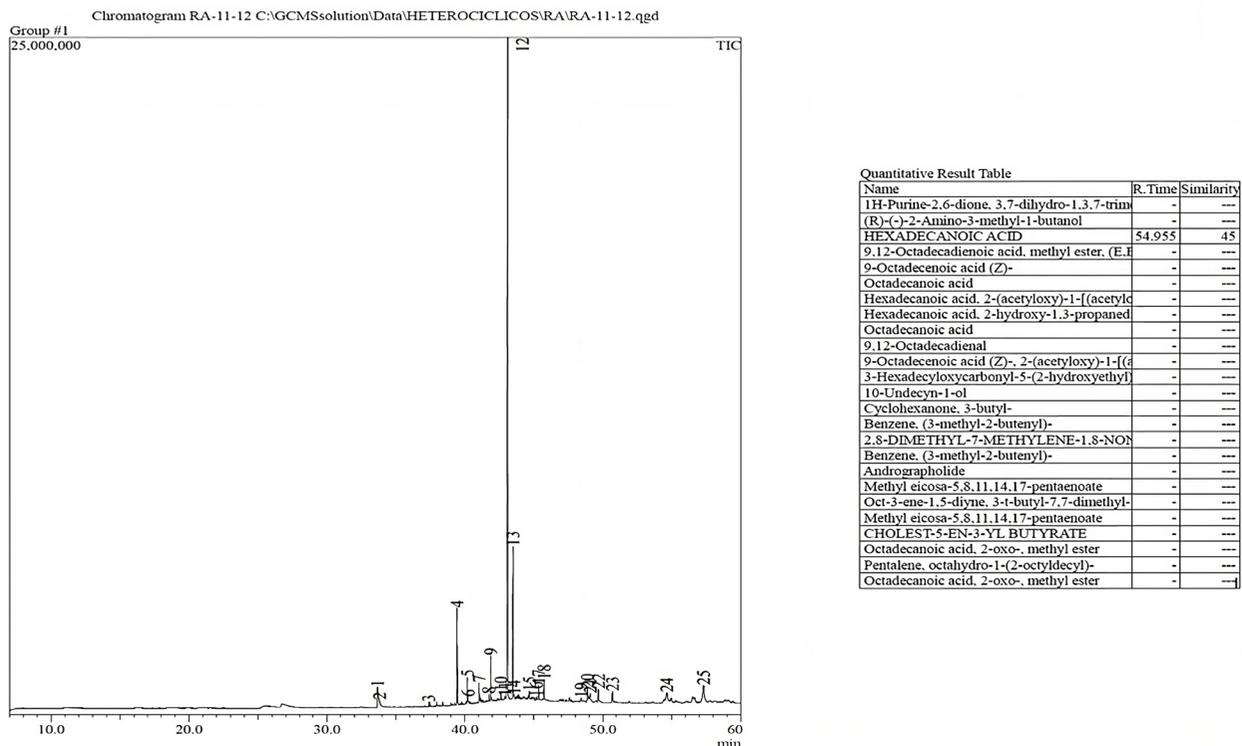


Figura 1. Cromatograma de las fracciones 11 y 12, obtenidas a partir de la fracción número 7 del extracto etanólico de propóleo de Cartago. Se confirmó la presencia de varios compuestos con diferentes tiempos de retención (TR). El pico 12 es el predominante.

Discusión

Diversos estudios han reportado la actividad bactericida del propóleo contra cepas MRSA (3), en concordancia encontramos que los tres propóleos evaluados presentaban actividad bactericida a una concentración de 10 mg/mL; resaltando que el propóleo del municipio de Cartago consiguió inhibir el

crecimiento bacteriano a concentraciones menores a 5 mg/mL. Este resultado por un lado, evidencia la relación estrecha entre la variedad química y la bioactividad de los propóleos con los territorios donde son colectados (4) y por el otro, señala que la capacidad antimicrobiana del propóleo está asociada al sinergismo de los compuestos activos que lo conforman (2,9).

Igualmente, se sugiere, la disrupción de la membrana bacteriana, como el principal mecanismo de acción bactericida de los propóleos. Estudios como el realizado por Zhang *et al.* (2022) han reportado daños en la pared y membrana celular de MRSA, tratadas con 0,1 mg/mL de propóleo; observando cambios en las concentraciones de los metabolitos intracelulares, reducción de la expresión génica y autólisis.

Nuestro estudio encontró que, el extracto total de propóleo de Cartago presenta un CMI de 1,26 mg/mL; sin embargo, al realizar un primer fraccionamiento con un gradiente 90-60-30 % v/v de etanol, fue posible obtener una fracción (número 7) con un CMI de 0,5 mg/mL. Estos resultados coinciden con los MICs reportados para propóleos europeos que se encuentran entre 0,06 y 1,2 mg/mL (4).

Posteriormente, realizamos un segundo fraccionamiento eluyendo con 15 % acetato de etilo y 85 % Hexano; obtuvimos dos fracciones la número 11 y 12, ambas con un MIC de 0,05 mg/mL; este valor es similar al encontrado por Zhang *et al.* (2022) en el propóleo rojo Chino, donde se reporta un CMI de 0,05 mg/mL contra MRSA; y cercanas a CMIs reportadas para propóleos brasileros con valores que varían entre 0,0156 y 0,2955 mg/mL (10–12).

Adicionalmente, los resultados del análisis cromatográfico, identificaron 3-Hexade-

ciloxioxocarbonilo-5-(2-hidroxietyl) como el compuesto predominante en la muestra. Esta molécula, es la primera vez que se describe en la composición química de propóleos, estructuralmente presenta una cadena alquílica larga compuesta por 16 átomos de carbono (Hexadecil). Su estructura incluye el grupo funcional oxioxocarbonilo, que denota la presencia de un carbonilo enlazado a un oxígeno y a otro carbonilo. Además, la designación 5-(2-hidroxietyl) indica la existencia de un grupo etileno con un grupo hidroxilo (OH) unido al carbono 5. Desde la perspectiva de la interacción con organismos vivos, la presencia del grupo hidroxilo es significativa, ya que es un grupo funcional reactivo en procesos biológicos. Este grupo hidroxilo, al ser soluble en agua y poseer la capacidad de formar enlaces de hidrógeno, puede influir en la interacción de la molécula con componentes biológicos como proteínas, enzimas o membranas celulares; sin embargo, se sugieren más estudios para determinar su actividad contra MRSA.

Comparando el 3-Hexadeciloxioxocarbonilo-5-(2-hidroxietyl) con los compuestos químicos predominantes en el propóleo rojo, que se distribuye ampliamente en Brasil, Cuba, México, China y Venezuela, observamos igualmente la presencia de moléculas alifáticas como benzofenonas poliisopreniladas como fitoquímicos activos (15-22).

Por otro lado, investigaciones como las realizadas por Pamplona-Zomenhan *et al.* (2011) en Brasil y Chen *et al.* (2018) en Taiwán, han reportado MICs más bajas a las encontrados en el presente estudio. Por ejemplo, Pamplona-Zomenhan *et al.* (2011) observaron que propóleos de la región de Paraná, presentaban CMI de bajo de 0,00142 mg/mL frente a MRSA y MSSA (*S. aureus* susceptible a la meticilina), sugiriendo adicionalmente, que el mecanismo de resistencia a la meticilina no interfiere en la actividad antimicrobiana del propóleo (13,6).

A la par, Chen *et al.* (2018) determinaron un CMI inferior a 0,002 mg/mL frente a MRSA, indicando que la sensibilidad de las bacterias gram-positivas, a las bajas concentraciones de propóleo, se debe principalmente a la composición química de la pared celular de estos microorganismos (6,23,24).

Adicionalmente, Zhang *et al.* (2022), determinó CMI alrededor de 200 µg/mL, esta diferencia en la capacidad inhibitoria contra MRSA se relaciona adicionalmente a su diversidad química, con el pH de la muestra al realizar los ensayos microbicidas (14,25).

Finalmente, este estudio representa un primer acercamiento al potencial farmacológico de los propóleos colombianos, estableciendo que el propóleo colectado en el municipio de Cartago presenta una mayor actividad bactericida contra

MRSA; además, de mostrar claramente la asociación del potencial bactericida con la zona de colecta.

Conclusión

Este es el primer acercamiento que evalúa la capacidad bactericida contra MRSA, de propóleos presentes en el Valle del Cauca y Armenia; se encontró que el propóleo proveniente del municipio de Cartago con un CMI de 0,05 mg/mL, presenta la mayor actividad bactericida, en comparación a las muestras de propóleo provenientes de los municipios de Sevilla y Armenia. Esta diferencia en la eficacia antibacteriana entre las distintas muestras, resalta la influencia directa del entorno geográfico en la bioactividad del propóleo. Sin embargo, se sugiere profundizar entre la relación entre la composición química del propóleo, la distribución y las variaciones ambientales que podrían influir en su eficacia farmacológica.

Agradecimientos

Al profesor PhD Rodrigo Abonia por sus valiosas orientaciones.

Conflicto de intereses y financiación:

Se declara que no existe conflicto de intereses, ni financiación para este proyecto.

Referencias

- Foster TJ. Can β -Lactam Antibiotics Be Resurrected to Combat MRSA? *Trends Microbiol.* 2019;27(1):26–38.
- Sforcin JM. Biological properties and therapeutic applications of propolis. *Phyther Res.* 2016;30(6):894–905.
- Ripari N, Beatriz Toti M, Kenupp Bastos J, Sforcin JM. Can bee propolis help us fight against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)? *RPS Pharm Pharmacol Reports.* 2022;1:1–9.
- AL-Ani I, Zimmermann S, Reichling J, Wink M. Antimicrobial activities of european propolis collected from various geographic origins alone and in combination with antibiotics. *Medicines.* 2018;5(1):2.
- Zhang W, Margarita GE, Wu D, Yuan W, Yan S, Qi S, *et al.* Antibacterial activity of chinese red propolis against *Staphylococcus aureus* and MRSA. *Molecules.* 2022;27(5):1–17.
- Chen YW, Ye SR, Ting C, Yu YH. Antibacterial activity of propolins from Taiwanese green propolis. *J Food Drug Anal.* 2018;26(2):761–8.
- Bankova V, Popova M, Trusheva B. Propolis volatile compounds: Chemical diversity and biological activity: A review. *Chem Cent J.* 2014;8(1):1–8.
- Salamanca Grosso G. Propóleos: Flora asociada. In: *Origen, naturaleza, propiedades fisicoquímicas y valor terapéutico del propóleo.* Ibagué-Tolima: Sello Editorial Universidad del Tolima; 2017. p. 99–138.
- Przybyłek I, Karpiniński TM. Antibacterial properties of propolis. *Molecules.* 2019;24(11):1–17.
- Ribeiro VP, Arruda C, Aldana-Mejia JA, Bastos JK, Tripathi SK, Khan SI, *et al.* Phytochemical, antiplasmodial, cytotoxic and antimicrobial evaluation of a southeast brazilian brown propolis produced by *Apis mellifera* bees. *Chem Biodivers.* 2021;18(9):1–11.
- Ripari N, Flávia A, Pereira M, Júnior AF, Lúcia V, Rall M, *et al.* Brazilian red propolis in combination with β -lactams exerts an efficient antibacterial action over methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) strains. *J Appl Microbiol.* 2023;134:1–12.
- Veiga RS, De Mendonça S, Mendes PB, Paulino N, Mimica MJ, Lagareiro Netto AA, *et al.* Artepillin C and phenolic compounds responsible for antimicrobial and antioxidant activity of green propolis and *Baccharis dracunculifolia* DC. *J Appl Microbiol.* 2017;122(4):911–20.
- Pamplona-Zomenhan L, Pamplona B, da Silva C, Marcucci M, Jenné L. Evaluation of the in vitro antimicrobial activity of an ethanol extract of brazilian classified propolis strains of *Staphylococcus aureus*. *Brazilian J Microbiol.* 2011;42:1259–64.
- Zhang W, Gomez M, Yuan W, Qi S, Xue X, Wu L. Antibacterial Activity of Chinese Red Propolis against *Staphylococcus aureus* and MRSA. *Molecules.* 2022; 27(5):1692.
- Bouchelaghem S. Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 2022; 29 (4): 1936-1946.
- Dezmirean D, Paşca C, Moise A, Bobi O. Plant Sources Responsible for the Chemical Composition and Main Bioactive Properties of Poplar Propolis. *Plants.* 2021; 10:22.
- Djais A, Putri N, Rahmania Putri A, Angky Soekanto S. Description of *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, and *Candida albicans* biofilms after exposure to propolis dentifrice by using OpenCFU method. *The Saudi Dental Journal.* 2019; 32:129-134.
- Da Silva J, Souza M, Vidal F. Correlation analysis between phenolic levels of Brazilian propolis extracts and their antimicrobial and antioxidant activities. *Food Chemistry.* 2006; 99 (3):431-435.
- Daikh A, Segueni N, Dogan N, Arslan S. Comparative study of antibiofilm, cytotoxic activity and chemical composition of Algerian propolis. *Journal of Apicultural Research.* 2020; 59:160-169.
- Dantas Silva P, Machado, Gupta V. Antioxidant, antimicrobial, antiparasitic, and cytotoxic properties of various Brazilian propolis extracts. *PLoS ONE.* 2017;12 (3).
- Nascimento Araújo C, Mayworm M, Yatsuda R. Campos Chemical composition and antimycoplasma activity of a brown propolis from southern. *Brazil J Food Sci Technol.* 2020; 57 (11):4228-4235.

22. Duarte C, Leme E, Delarmelina C, Soares A, Figueira G, Sartoratto A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007; 111 (2):197-201.
23. Bankova V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*. 2005; 100:114-117.
24. Béji-Srairi R, Younes I, Snoussi M, Yahyaoui K. Ethanolic extract of Tunisian propolis: chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative properties. *Journal of Apicultural Research*. 2020; 59 (5): 917-927.
25. Goncalves R, Cunha Pinto M. A review of the plant origins, composition and biological activity of red propolis. *Natural products: Structure, bioactivity and applications*. Nova Science Publishers. 2012; 1:83-96.

Genética del metabolismo lipídico en la biología del desarrollo de la aterosclerosis

Genetics of lipid metabolism in the developmental biology of atherosclerosis

Stefan Daniel Acosta¹, Rosa Elvira Alvarez², Astrid Lorena Urbano³

Resumen

La aterosclerosis, constituye la primera causa de muerte en el mundo, por encima de la violencia. Dada la complejidad fisiopatológica que esta presenta, es importante reconocer las alteraciones genéticas y aterogénicas que se relacionan con su biología del desarrollo, lo cual es útil para la prevención y control de la enfermedad obstructiva de vasos sanguíneos. El patrón de herencia genético y la disponibilidad de genes candidatos, como *PCSK9*, *APOB*, *APOA5*, *APOC3*, *ApoE* y *ABCA1*, *LPA*, involucrados en la síntesis y metabolismo de lipoproteínas muestran la posibilidad de establecer biomarcadores relacionados con alteraciones en niveles plasmáticos, demostrando su asociación de riesgo en diferentes poblaciones, lo cual permite la identificación de posibles dianas terapéuticas.

Palabras clave: enfermedad cardiovascular, aterosclerosis, colesterol, índice aterogénico, genética.

1. Universidad del Cauca, Departamento de Biología, Semillero de investigación Genética Humana Aplicada (sGIGHA), Popayán, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6169-3193>

2. Universidad del Cauca, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Grupo de Investigación en Genética Humana Aplicada (GIGHA), Popayán, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6507-5984>

3. Universidad del Cauca, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Genética Humana Aplicada (GIGHA), Popayán, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9902-9185>

Correspondencia: alurbano@unicauca.edu.co

Abstract

Atherosclerosis constitutes the leading cause of death worldwide, surpassing violence. Given the physiopathological complexity it presents, it is important to recognize the genetic and atherogenic alterations associated with its development biology, which is useful for the prevention and control of obstructive vascular disease. The genetic inheritance pattern and the availability of candidate genes, such as *PCSK9*, *APOB*, *APOA5*, *APOC3*, *ApoE*, *ABCA1*, *LPA*, involved in the synthesis and metabolism of lipoproteins, show the possibility of establishing biomarkers related to alterations in plasma levels, demonstrating their risk association in different populations, which allows the identification of potential therapeutic targets.

Keywords: cardiovascular disease, atherosclerosis, cholesterol, atherogenic index, genetics.

Introducción

La aterosclerosis es una enfermedad inflamatoria que surge en el revestimiento endotelial y se desarrolla hasta transformarse en una placa de ateroma (1,2). Por tanto, es el proceso patológico aterosclerótico más frecuente de las enfermedades cardiovasculares (ECV), puede iniciar a temprana edad y permanecer subyacente y asintomática durante largos períodos (3). Los mecanismos moleculares que participan en la biología del desarrollo de la enfermedad, se han indagado empleando animales genéticamente modificados y fármacos que participan en la reducción de los niveles de lípidos, lo cual ha demostrado ser eficaz para la prevención y el tratamiento de la patología de estudio, además, la transparencia

embrionaria de algunas especies, facilita el seguimiento dinámico de diversos procesos celulares *in vivo* para la investigación en aterosclerosis (4,5).

En la última década se han logrado avances significativos en la comprensión de la arquitectura genética de la aterosclerosis (6). De tal forma, se han descrito más de 400 genes relacionados con esta enfermedad, presentes en la disfunción endotelial, rutas de la inflamación, trombosis y el metabolismo lipídico (7,8). Este último juega un papel importante en la construcción de la placa aterosclerótica donde se encuentran involucrados polimorfismos de los genes *PCSK9*, *APOB*, *APOA5*, *APOC3*, *ApoE* y *ABCA1*, *LPA*, entre otros (9,10).

Sin embargo, a pesar de estos hallazgos, persisten algunas brechas de investigación y cuestionamientos acerca de la patogénesis de la enfermedad. Por tanto, el propósito de esta revisión se centró en el esclarecimiento de la patogénesis de la enfermedad a través del reconocimiento de la genética del metabolismo lipídico involucrada en el desarrollo de la aterosclerosis.

Material y métodos

Esta revisión sistemática, se realizó de acuerdo con la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) (11).

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda en las bases de datos: Pubmed, Google Scholar, Science Direct. En las cuales se usaron las siguientes palabras clave en combinación con los operadores booleanos OR y AND: “aterosclerosis”, “índices aterogénicos”, “predisposición genética” y “genética del metabolismo lipídico”.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron artículos de texto completo, publicados en español o inglés en revistas indexadas en las bases de datos: Pubmed, Google Scholar y Science Direct que evi-

denciaron estudios basados en la importancia sobre la genética del metabolismo lipídico e índices aterogénicos en aterosclerosis en los años 2018-2023, además se descartaron estudios no publicados.

Selección de estudios y recolección de datos

Las investigaciones fueron seleccionadas con base en una revisión de títulos, resúmenes, idioma, país, diseño del estudio y palabras claves, para determinar su relevancia en el tema de investigación.

Selección de datos

Los datos fueron recolectados por tres revisores por separado y luego agrupados en una tabla con las variables: título, año, fuente y autores.

Resultados

En la revisión de las bases de datos: Pubmed, Google Scholar, Science Direct, se identificaron 383 artículos durante los últimos 5 años. Posteriormente se eliminaron los artículos duplicados y se dejaron los artículos relevantes teniendo en cuenta los títulos y resúmenes, dentro de los cuales se eligieron un total de 77 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión (figura 1).

Los principales hallazgos como: título, año, fuente, primer autor y conclusiones, se resumen en la (tabla 1) donde la infor-

mación que se extrajo se presenta de manera organizada.

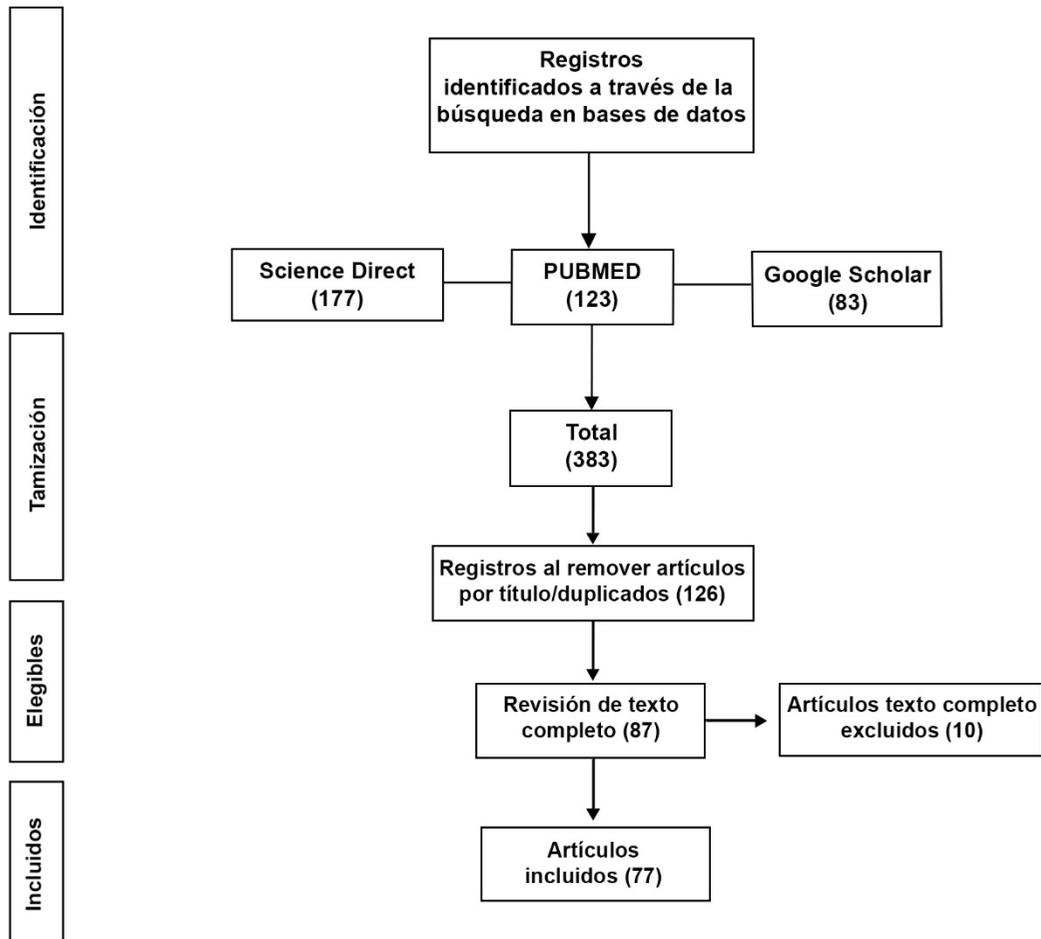


Figura 1: Diagrama de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 1. Resultados relevantes de la búsqueda bibliográfica.

Resultados relevantes de la búsqueda bibliográfica				
Título	Fuente	Año	Apellido y nombre del primer autor	Conclusión
Association between de novo lipogenesis susceptibility genes and coronary artery disease	PubMed	2022	Simons, Pomme	Los genes de susceptibilidad DNL están asociados con un mayor riesgo de CAD. Estos resultados sugieren que DNL puede estar implicado en la patogénesis de CAD y favorecerá el desarrollo de estrategias que se dirigen a NAFLD a través de DNL.

Resultados relevantes de la búsqueda bibliográfica				
Título	Fuente	Año	Apellido y nombre del primer autor	Conclusión
The association of functional polymorphisms in genes expressed in endothelial cells and smooth muscle cells with the myocardial infarction	PubMed	2019	Li, Yilan	La presente investigación proporciona evidencia sobre la variación genética de <i>PECAM1</i> rs1867624 y <i>HIF1A</i> rs2057482 puede intervenir los niveles de lípidos en pacientes con infarto de miocardio.
Meta-GWAS of PCSK9 levels detects two novel loci at <i>APOB</i> and <i>TM6SF2</i>	PubMed	2022	Pott, Janne	El estudio identificó nuevos loci genéticos con genes candidatos plausibles que afectan los niveles de PCSK9. Se observó heterogeneidad étnica en el propio locus <i>PCSK9</i> .
Multiancestry Genome-Wide Association Study of Lipid Levels Incorporating Gene-Alcohol Interactions	PubMed	2019	De Vries, Paul	Se identificaron 18 nuevos loci que se relacionaron significativamente con rasgos lipídicos, y estos incluyen varios loci con genes (<i>PCSK5</i> , <i>VEGFB</i> y <i>AICF</i>) que presentan una función en el metabolismo lipídico según la evidencia demostrada a partir de modelos celulares y experimentales.
G Allele of the rs1801282 Polymorphism in <i>PPARγ</i> Gene Confers an Increased Risk of Obesity and Hypercholesterolemia, While T Allele of the rs3856806 Polymorphism Displays a Protective Role Against Dyslipidemia: A Systematic Review and Meta-Analysis	PubMed	2022	Li, Shujin	Según la serie ATCC, los niveles elevados de AIP se asociaron de forma independiente con un mayor riesgo de progresión rápida de la placa (RPP) sobre los factores de riesgo tradicionales en sujetos con riesgo CV de bajo a moderado.
The association of the <i>PCSK9</i> rs562556 polymorphism with serum lipids level: a meta-analysis	PubMed	2019	Chuan, Junlan	El metanálisis proporcionó evidencia de una asociación positiva entre rs562556 y niveles más bajos de CT y cLDL.
Identifying functional non-coding variants in <i>APOA5/A4/C3/A1</i> gene cluster associated with coronary heart disease	Science Direct	2020	Cui, Guanglin	El estudio muestra la colaboración de variantes de ADN no codificantes comunes en el grupo de genes <i>APOA5/A4/C3/A1</i> en la patogenia de la dislipidemia y el riesgo de cardiopatía coronaria.
The predictive value of atherogenic index of plasma in the prediction of cardiovascular events; a fifteen-year cohort study	Science Direct	2021	Sadeghi, Masoumeh	El estudio proporcionó pruebas de que AIP como un factor independiente para la predicción de desarrollar ECV.
Atherogenic index of plasma and the risk of rapid progression of coronary atherosclerosis beyond traditional risk factors	Science Direct	2021	Won, Ki Bum	Según la serie CCTA, los niveles elevados de AIP se asociaron de forma independiente con un mayor riesgo de progresión rápida de la placa (RPP) sobre los factores de riesgo tradicionales en sujetos con riesgo CV de bajo a moderado

Resultados relevantes de la búsqueda bibliográfica				
Título	Fuente	Año	Apellido y nombre del primer autor	Conclusión
Genetic variation and intestinal cholesterol absorption in humans: A systematic review and a gene network analysis	Science Direct	2022	Mokhtar,Fatma	En la investigación se identificaron variantes genéticas en <i>ABCG5</i> , <i>ABCG8</i> , <i>ABO</i> , <i>APOE</i> , <i>LDLR</i> , <i>MTTP</i> y <i>NPC1L1</i> que se relacionaron con la absorción intestinal del colesterol.
The LDL-C/ApoB ratio predicts major cardiovascular events in patients with established atherosclerotic cardiovascular disease	Science Direct	2021	Si, Yueqiao	Los resultados muestran que la relación cLDL/ApoB es un predictor significativo de MACE. Por lo tanto, puede utilizarse como un parámetro para mejorar la evaluación del riesgo en pacientes que presentan aterosclerosis clínicamente evidente.

De acuerdo a la literatura revisada, la aterosclerosis es una enfermedad que afecta las paredes arteriales, inducida por lípidos e inicia en gran medida por la acumulación de ciertas lipoproteínas plasmáticas (12,13),

incluido el colesterol LDL, el cual consta de un único polipéptido principal, APOB y ésteres de colesterol unidos por una monocapa de fosfolípidos. (figura 2).

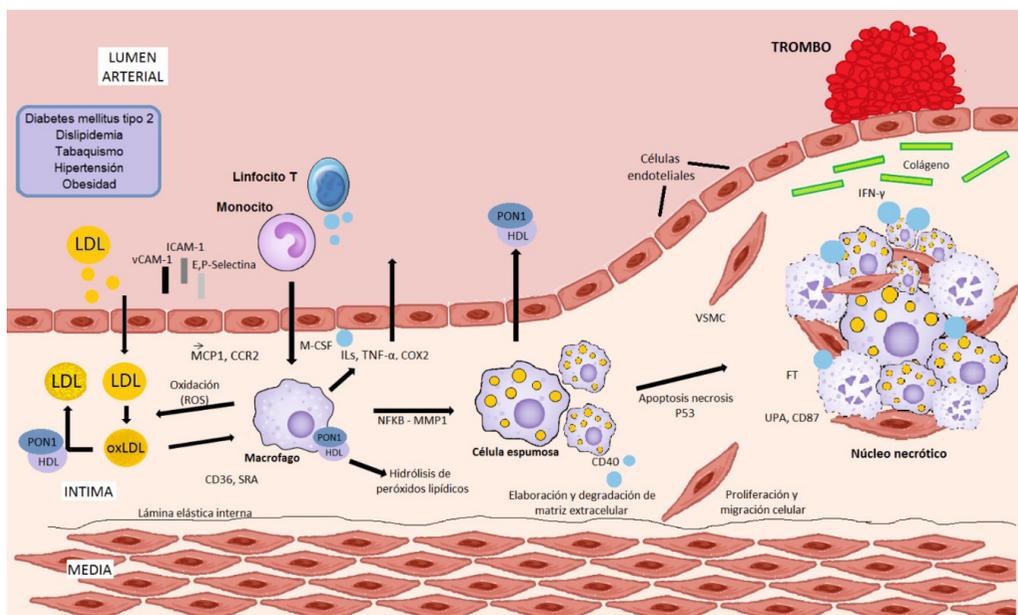


Figura 2. Fisiopatología de la aterosclerosis. La acción de los factores de riesgo causa la entrada de las LDL a la íntima, donde se oxidan por la interacción con las EROs; la interacción de factores de crecimiento y citocinas, inducen la expresión de moléculas de adhesión; las cuales participan en el reclutamiento de monocitos, que posteriormente migran a la íntima donde son transformados en macrófagos. Finalmente, la constante formación y acumulación de células espumosas desencadena el establecimiento de la estría grasa y posterior la placa de ateroma. CAM: moléculas de adhesión celular; FT: factor tisular; ILs: interleuquinas; LDL: lipoproteína de baja densidad; MCP-1: proteína quimiotáctica de monocitos; M-CSF: factor estimulador de colonias de macrófagos; MMP: metaloproteinasas; UPA: activador del plasminógeno tipo urocinasas; VSMC: células musculares lisas. **Fuente:** modificado de (14).

El incremento en los niveles del colesterol LDL está relacionado directamente con la aterosclerosis. Además, estudios en hipercolesterolemia familiar han demostrado que el aumento de LDL en el metabolismo del colesterol es ocasionado por mutaciones del receptor de LDL. Así mismo, diversos estudios muestran que polimorfismos en los genes: *PCSK9* y *APOB*, juegan un papel importante en la fisiopatología de la aterosclerosis (15–17). También, se ha confirmado que los niveles altos de LDL pueden estar controlados por alelos del gen *ApoA* y del gen *LPA*, lo cual puede estar asociado con un aumento de la enfermedad coronaria aterosclerótica. Por otra parte la proteína Lp(a) constituye uno de los marcadores de arterias coronarias ateroscleróticas (CAD) correlacionado con altas concentraciones de LDL, soportando un patrón de herencia distinto en diferentes grupos raciales (18–20). De igual importancia, en un estudio se evidencio que el polimorfismo *APOA5*-1131T>C contribuye a la enfermedad de CAD, obesidad y niveles de lípidos séricos (21).

Por otro lado, se conoce que los niveles de lipoproteína plasmática se encuentran mediados por diferencias de sexo y factores genéticos (22). Donde, las cifras de la aterosclerosis son distintas por sexo; por ejemplo, las mujeres presentan riesgo a ECV durante la menopausia por pérdida de hormonas ateroprotectoras, especialmente, sobre la séptima década de la vida en relación con

los hombres quienes desde la quinta década de la vida manifiestan el riesgo (23). Por otra parte, estudios recientes indican que el haplotipo del cromosoma Y con el gen *UTY* incrementa el riesgo a ECV (14).

Una herramienta comúnmente utilizada para estudiar variaciones genéticas relacionadas a una enfermedad, es hacer uso de estudios de asociación del genoma completo (GWAS) (24), que ha sido adoptado por numerosos grupos de investigación y ha arrojado resultados prometedores. En cuanto a estudios GWA que incluyen arterias coronarias humanas, se ha identificado que el gen *TCF21* promueve la desdiferenciación, proliferación y migración de células musculares lisas en un papel protector de la enfermedad coronaria por acumulación de placas ateroscleróticas (25–27). Del mismo modo, GWAS ha permitido identificar genes candidatos como *ATF3*, el cual se encuentra relacionado con inflamación vascular promotora de aterosclerosis. También, se ha confirmado que *ATF3* media los efectos antiinflamatorios del HDL en macrófagos (28–30). De igual forma, el uso de tecnologías basadas en CRISPR-Cas9 permite realizar ediciones específicas y permanentes del genoma (31,32), efectuandose pruebas moleculares que permiten eliminar la expresión de *PCSK9* en el hígado que es encargado de la regulación del receptor LDL, mostrando una reducción en el 60% de su valor (33). En síntesis los estudios de asociación genética humana durante los

últimos 15 años han proporcionado nuevos conocimientos sobre la base de la genética común de la aterosclerosis y sus factores de riesgo, que incluyen: características moleculares como los niveles de lípidos circulantes (34).

Discusión

Comprender la biología del metabolismo de los lípidos ha recibido mucha atención debido a la importancia de los lípidos para la salud metabólica. Donde, análisis genéticos imparciales, como los estudios de asociación del genoma completo, han demostrado ser increíblemente efectivos para descubrir nuevas regiones del genoma asociadas con la patogenia de la enfermedad arterial coronaria, dislipidemia y aterosclerosis (35).

Según estudios hasta la fecha, la fisiopatología subyacente exacta de la aterosclerosis no se conoce por completo. Sin embargo, cada vez hay más pruebas de que los factores genéticos juegan un papel importante en la patogénesis de la enfermedad aterosclerótica. En primer lugar, estudios previos de asociación basados en la familia, han demostrado que la heredabilidad de la aterosclerosis es de aproximadamente el 50 %, igualmente, se ha encontrado que una historia familiar positiva es un fuerte factor de riesgo independiente para la aterosclerosis. En segundo lugar, estudios previos de asociación de todo el genoma han confirmado

que más de 60 loci están correlacionados con el riesgo de aterosclerosis, lo que sugiere que la detección de variantes causales comunes puede estar asociada con esta enfermedad. En conjunto, estos resultados demuestran que la predisposición genética a la aterosclerosis es importante en el desarrollo y progresión de la enfermedad (36).

En este punto, aunque la aterosclerosis tiene una etiología multifactorial, las anomalías lipídicas son un factor de riesgo importante para ECV (37,38). De hecho, estudios poblacionales han probado que los niveles elevados de cLDL y la *APOB*, están relacionados al riesgo de eventos cardiovasculares ateroscleróticos. En efecto, la retención de lipoproteínas que contienen *APOB* en la pared arterial es un evento temprano clave que desencadena la respuesta inflamatoria y promueve el desarrollo de aterosclerosis (39). Por consiguiente, la progresión de esta enfermedad se vincula a la disposición y persistencia de factores como la genética, la hematopoyesis clonal, la hipertensión, el sedentarismo causado por la obesidad o la diabetes mellitus tipo 2 (40).

Respecto a *PCSK9*, diversos estudios muestran que participa en mecanismos adicionales que operan en varios puntos a lo largo de la progresión de la aterosclerosis. La formación de placas ateroscleróticas, la carga de lípidos y la formación de células espumosas están influenciadas por receptores de macrófagos clave que se expresan

y regulan por *PCSK9*. Asimismo, el reclutamiento de células inflamatorias, la liberación de citocinas proinflamatorias y la desestabilización de la placa se correlacionan con la expresión de *PCSK9*, que también es un regulador de la inflamación vascular (41). Igualmente, numerosos estudios han demostrado la existencia de funciones adicionales en varias etapas de la aterosclerosis, estimulando la activación plaquetaria, el reclutamiento de leucocitos y la formación de coágulos, para ayudar en el desarrollo de placa aterosclerótica y la trombosis (42). De la misma forma, varios estudios definen las funciones de *APOE* en el metabolismo de los lípidos, donde han revelado que *APOE* interviene en la captación hepática de lipoproteínas ricas en triglicéridos de densidad muy baja e intermedia, así como en restos de quilomicrones. En las arterias, *APOE* ayuda a liberar el colesterol de las células espumosas junto con *APOA1*. Además, *APOE* disminuye la aterosclerosis en la hiperlipidemia. De manera similar los niveles bajos de *APOC3* se han relacionado con un perfil de lípidos plasmáticos saludables de estudios en poblaciones considerables, incluido el estudio Framingham, el estudio Heart y el estudio Verona Heart, demostrando que la reducción de *APOC3* tiene efectos cardioprotectores (43,44).

Hasta el momento, se han encontrado más de 50 loci con variantes de secuencia de ADN comunes vinculadas a cLDL, cHDL

y/o triglicéridos mediante estudios de asociación de todo el genoma. Donde solo el 10% de la variabilidad en la población se explica por la variación genética en estos loci, lo que indica que todavía hay una gran cantidad de determinantes que deben aclararse. Entre estos genes, ha ido aumentando la evidencia del conocido grupo de genes *APOA5/A4/C3/A1*, que afecta la expresión génica e influye en el metabolismo de las lipoproteínas, lo que contribuye a la dislipidemia. Además, los resultados actuales confirman que el grupo de genes *APOA5/A4/C3/A1* contiene variantes genéticas que confieren el riesgo de trastorno de los lípidos y cardiopatía coronaria (45).

Dentro de la literatura, múltiples estudios sugieren el valor del índice aterogénico del plasma como predictor de hígado graso, obesidad y diabetes. Donde estas asociaciones están relacionadas con el estrés oxidativo, la resistencia a la insulina, la hiperinsulinemia y los mecanismos relacionados con la aterosclerosis, los cuales son factores de riesgo comunes para la enfermedad cardiovascular. En un estudio se examinaron 14 artículos de siete países diferentes, con un total de 40.902 participantes. Según el análisis cuantitativo, hubo un aumento en una unidad de índice aterogénico del plasma y se asoció con mayores probabilidades de desarrollar CAD (OR 2,11; IC del 95%: 1,65–2,69; $P < 0,001$; $I^2 = 98\%$) (46). Similar a esto, otros estudios han conectado el índice aterogénico del plasma con el desarrollo de calcificación coronaria (47,48).

Para un estudio de cohorte de mujeres posmenopáusicas que se sometieron a una angiografía coronaria, se demostró que el análisis de regresión univariada, el odds ratio (OR) no ajustado fue de 1,8 (IC del 95 %: 1,47–2,27, $p < 0,001$) y después de ser ajustado por varios factores de riesgo se descubrió que el índice aterogénico del plasma sigue siendo un factor de riesgo importante para CAD; OR= 1,5 (IC del 95 %: 1,23–1,95, $p < 0,001$) (49).

Adicionalmente, se ha observado que otros marcadores de diagnóstico como los cocientes CT/cHDL y cLDL/cHDL permiten una predicción más precisa de la propensión a desarrollar enfermedad aterosclerótica a lo largo del tiempo, junto a técnicas antropométricas sencillas, revelan vulnerabilidades a diversas enfermedades cardiometabólicas. Donde se ha descubierto que sirven como un indicador temprano del inicio de la arteriosclerosis y el daño endotelial potencial (50). Ya que permiten la identificación temprana de las patologías que predisponen al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. De hecho, la presencia de sobrepeso y obesidad se ha relacionado con aumentos en estos índices. En este sentido, diversos artículos sostienen que en sujetos con obesidad abdominal suelen coexistir trastornos del perfil lipídico, lo que da lugar al desarrollo de dislipemia aterogénica (51).

Finalmente, los estudios sobre la genética del metabolismo lipídico permiten carac-

terizar la predisposición genética y los posibles genes candidatos relacionados a la aterosclerosis, lo cual potencia un acercamiento a la comprensión de la etiología de la enfermedad.

Conclusión

De acuerdo a las investigaciones se cree que la patogenia de la enfermedad aterosclerótica está significativamente influenciada por factores genéticos, sin embargo, no hay que desconocer la sinergia con factores de riesgo y estilos de vida que unidos proporcionan una visión general en el reconocimiento de la genética del metabolismo lipídico durante el desarrollo de la aterosclerosis, lo cual contribuirá a la prevención, pronóstico y diagnóstico de la condición de estudio.

Agradecimientos

- Grupo de Investigación en Genética Humana Aplicada (GIGHA).
- Línea de investigación de Enfermedades Crónicas No Transmisibles.
- Universidad del Cauca (Departamentos de: Biología y Ciencias Fisiológicas).
- Bióloga Gyselle Acosta (Ilustración científica).
- Proyecto: “Determinación Social del Síndrome Metabólico en una Población de Trabajadores del Municipio de

Popayán” ID-5694 de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca.

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés al redactar el manuscrito.

Financiación

Convocatoria 002 de Doctorados para Profesores Nacionales de la beca de Innovación Cauca-Colfuturo.

Referencias

1. Guijarro C, Cosín-Sales J. Colesterol LDL y aterosclerosis: evidencias. *Clínica e Investig en Arterioscler*. 2021 May 1;33:25–32.
2. Saigusa R, Winkels H, Ley K. T cell subsets and functions in atherosclerosis. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2023 Aug 25];17(7):387–401. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32203286/>
3. Song P, R Fowkes FG, Rudan I, Cai Y, Rahimi KD, Zhu Y, *et al.* Global and regional prevalence, burden, and risk factors for carotid atherosclerosis: a systematic review, meta-analysis, and modelling study. *Artic Lancet Glob Heal* [Internet]. 2020 [cited 2023 Jun 25];8:721–50. Available from: www.thelancet.com/lancetgh
4. Fan J, Watanabe T. Atherosclerosis: Known and unknown. *Pathol Int* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2023 Aug 24];72(3):151–60. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35076127/>
5. Holtzman NG, Kathryn Iovine M, Liang JO, Morris J. Learning to Fish with Genetics: A Primer on the Vertebrate Model *Danio rerio*. *Genetics* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2023 Aug 24];203(3):1069–89. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27384027/>
6. Shuvalova YA, Kaminnaya V, Kaminni AI. Contribution of Interleukin-6 system genes polymorphisms to the development of coronary atherosclerosis. *Gene*. 2023 Apr 20;861:147253.
7. Campedelli FL, e Silva KSF, Rodrigues DA, Martins JVM, Costa IR, Lagares MH, *et al.* Polymorphism of the gene eNOS G894T (Glu298Asp) in symptomatic patients with atherosclerosis. *Genet Mol Res* [Internet]. 2017 May 4 [cited 2023 Jun 25];16(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28481400/>
8. Meng H, Ruan J, Yan Z, Chen Y, Liu J, Li X, *et al.* New Progress in Early Diagnosis of Atherosclerosis. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2023 Aug 25];23(16). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36012202/>
9. Yurtseven E, Ural D, Baysal K, Tokgözoğlu L. An Update on the Role of PCSK9 in Atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb*. 2020 Sep 1;27(9):909–18.
10. Chow Y-L, Teh LK, Chyi LH, Lim LF, Yee CC, Wei LK. Lipid Metabolism Genes in Stroke Pathogenesis: The Atherosclerosis. *Curr Pharm Des* [Internet]. 2020 Jun 14 [cited 2023 Jun 26];26(34):4261–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32534558/>
11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2023 Jun 26];74(9):790–9. Available from: <http://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>
12. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, Baddour LM, *et al.* Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2020 Dec 22 [cited 2023 Aug 25];76(25):2982–3021. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33309175/>
13. Ley K. Inflammation and Atherosclerosis. *Cells* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2023 Aug 25];10(5). Available from: <https://pmc/articles/PMC8156496/>
14. Charla E, Mercer J, Maffia P, Nicklin SA. Extracellular vesicle signalling in atherosclerosis. 2020 [cited 2023 Aug 24]; Available from: www.elsevier.com/locate/cellsig

15. Kong P, Cui ZY, Huang XF, Zhang DD, Guo RJ, Han M. Inflammation and atherosclerosis: signaling pathways and therapeutic intervention. *Signal Transduct Target Ther* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Aug 25];7(1). Available from: [/pmc/articles/PMC9033871/](https://pmc/articles/PMC9033871/)
16. Momtazi-Borojeni AA, Sabouri-Rad S, Gotto AM, Pirro M, Banach M, Awan Z, *et al.* PCSK9 and inflammation: a review of experimental and clinical evidence. *Eur Hear J - Cardiovasc Pharmacother* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2023 Aug 25];5(4):237–45. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/ehjcvp/pvz022>
17. Gupta M, Blumenthal C, Chatterjee S, Bandyopadhyay D, Jain V, Lavie CJ, *et al.* Novel emerging therapies in atherosclerosis targeting lipid metabolism. <https://doi.org/10.10180/1354378420201764937>. 2020 Jun 2;29(6):611–22.
18. Que X, Hung M-Y, Yeang C, Gonen A, Prohaska TA, Sun X, *et al.* Oxidized phospholipids are proinflammatory and proatherogenic in hypercholesterolaemic mice. 2018 [cited 2023 May 12]; Available from: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0198-8>
19. Assini JM, Clark JR, Youssef A, Xing C, Doerfler AM, Park SH, *et al.* High levels of lipoprotein(a) in transgenic mice exacerbate atherosclerosis and promote vulnerable plaque features in a sex-specific manner. *Atherosclerosis*. 2023 May 30.
20. Marco-Benedí V, Cenarro A, Laclaustra M, Larrea-Sebal A, Jarauta E, Lamiquiz-Moneo I, *et al.* Lipoprotein(a) in hereditary hypercholesterolemia: Influence of the genetic cause, defective gene and type of mutation. *Atherosclerosis*. 2022 May 1;349:211–8.
21. Çoban N, Özüynük AS, Erkan AF, Ekici B, Kaşit M, Ünaltuna NE. Association of APOA5-1131T>C polymorphism with obesity in coronary artery disease. *Türk Kardiyol Dern Ars*. 2020 Jul 1;48(5):461–71.
22. Graham SE, Clarke SL, Wu K-HH, Kanoni S, M Zajac GJ, Ramdas S, *et al.* The power of genetic diversity in genome-wide association studies of lipids. [cited 2023 May 12]; Available from: <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04064-3>
23. Man JJ, Beckman JA, Jaffe IZ. Sex as a Biological Variable in Atherosclerosis. *Circ Res* [Internet]. 2020 Apr 24 [cited 2023 May 12];1297–319. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCRESAHA.120.315930>
24. Erbilgin A, Civelek M, Romanoski CE, Pan C, Hagopian R, Berliner JA, *et al.* Identification of CAD candidate genes in GWAS loci and their expression in vascular cells. *J Lipid Res*. 2013 Jul 1;54(7):1894–905.
25. Wirka RC, Wagh D, Paik DT, Pjanic M, Nguyen T, Miller CL, *et al.* Atheroprotective roles of smooth muscle cell phenotypic modulation and the TCF21 disease gene as revealed by single-cell analysis. *Nat Med* 2019 258 [Internet]. 2019 Jul 29 [cited 2023 Jun 26];25(8):1280–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41591-019-0512-5>
26. Nagao M, Lyu Q, Zhao Q, Wirka RC, Bagga J, Nguyen T, *et al.* Coronary Disease Associated Gene TCF21 Inhibits Smooth Muscle Cell Differentiation by Blocking the Myocardin-Serum Response Factor Pathway. *Circ Res* [Internet]. 2020 Feb 2 [cited 2023 Aug 25];126(4):517. Available from: [/pmc/articles/PMC7274203/](https://pmc/articles/PMC7274203/)
27. Örd T, Óunap K, Stolze LK, Aherrahrou R, Nurminen V, Toropainen A, *et al.* Single-Cell Epigenomics and Functional Fine-Mapping of Atherosclerosis GWAS Loci. *Circ Res* [Internet]. 2021 Jul 7 [cited 2023 Aug 25];129(2):240. Available from: [/pmc/articles/PMC8260472/](https://pmc/articles/PMC8260472/)
28. Wang Y, Gao H, Wang F, Ye Z, Mokry M, Turner AW, *et al.* Dynamic changes in chromatin accessibility are associated with the atherogenic transitioning of vascular smooth muscle cells. [cited 2023 May 12]; Available from: <https://doi.org/10.1093/cvr/cvab347>
29. Xu Y, Li Y, Jadhav K, Pan X, Zhu Y, Hu S, *et al.* Hepatocyte ATF3 protects against atherosclerosis by regulating HDL and bile acid metabolism. *Nat Metab* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2023 Aug 25];3(1):59. Available from: [/pmc/articles/PMC7856821/](https://pmc/articles/PMC7856821/)
30. Wu J, Huang Y, Zhou X, Xiang Z, Yang Z, Meng D, *et al.* ATF3 and its emerging role in atherosclerosis: a narrative review. *Cardiovasc Diagn Ther* [Internet]. 2022 Dec 16 [cited 2023 Aug 25];12(6):926–42. Available from: [/pmc/articles/PMC9808109/](https://pmc/articles/PMC9808109/)
31. Siew WS, Tang YQ, Kong CK, Goh BH, Zacchigna S, Dua K, *et al.* Harnessing the Potential of CRISPR/Cas in Atherosclerosis: Disease Modeling and Therapeutic Applications. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021 Aug 2 [cited 2023 Aug 25];22(16):15. Available from: [/pmc/articles/PMC8395110/](https://pmc/articles/PMC8395110/)

32. Nasrallah A, Sulpice E, Kobaisi F, Gidrol X, Rachidi W. CRISPR-Cas9 Technology for the Creation of Biological Avatars Capable of Modeling and Treating Pathologies: From Discovery to the Latest Improvements. *Cells* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2023 Aug 25];11(22). Available from: /pmc/articles/PMC9688409/
33. Musunuru K, Chadwick AC, Mizoguchi T, Garcia SP, DeNizio JE, Reiss CW, *et al.* In vivo CRISPR base editing of PCSK9 durably lowers cholesterol in primates. *Nat* 2021 5937859 [Internet]. 2021 May 19 [cited 2023 Jun 26];593(7859):429–34. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03534-y>
34. Levin MG, Rader DJ. Polygenic risk scores for dyslipidemia and atherosclerotic cardiovascular disease: Progress toward clinical implementation. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2023 May 1;37(3):101702.
35. Ha EE, Van Camp AG, Bauer RC. Genetics-Driven Discovery of Novel Regulators of LipidMetabolism. *Curr Opin Lipidol* [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2023 Jun 26];30(3):157. Available from: /pmc/articles/PMC6681899/
36. Liu Y, Cheng J, Guo X, Mo J, Gao B, Zhou H, *et al.* The roles of PAI-1 gene polymorphisms in atherosclerotic diseases: A systematic review and meta-analysis involving 149,908 subjects. *Gene.* 2018 Oct 5;673:167–73.
37. Tamarit García JJ. Atherogenic indices: usefulness as predictors of cardiovascular disease. *Clínica e Investig en Arterioscler (English Ed.* 2022 Sep 1;34(5):269–70.
38. Ruiz-León AM, Lapuente M, Estruch R, Casas R. Clinical Advances in Immunonutrition and Atherosclerosis: A Review. *Front Immunol* [Internet]. 2019 [cited 2023 Aug 25];10(APR):837. Available from: /pmc/articles/PMC6491827/
39. Linton MF, Yancey PG, Davies SS, Jerome WG, Linton EF, Song WL, *et al.* The Role of Lipids and Lipoproteins in Atherosclerosis. *Science (80-)* [Internet]. 2019 Jan 3 [cited 2023 Jun 26];111(2877):166–86. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK343489/>
40. Khatana C, Saini NK, Chakrabarti S, Saini V, Sharma A, Saini R V., *et al.* Mechanistic Insights into the Oxidized Low-Density Lipoprotein-Induced Atherosclerosis. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 2020 [cited 2023 Jun 26];2020. Available from: /pmc/articles/PMC7512065/
41. Luquero A, Badimon L, Borrell-Pages M. PCSK9 Functions in Atherosclerosis Are Not Limited to Plasmatic LDL-Cholesterol Regulation. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2021 Mar 23 [cited 2023 Jun 26];8:639727. Available from: /pmc/articles/PMC8021767/
42. Barale C, Melchionda E, Morotti A, Russo I. PCSK9 Biology and Its Role in Atherothrombosis. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2023 Jun 26];22(11):5880. Available from: /pmc/articles/PMC8198903/
43. Striukova E V., Maksimov VN, Ragino YI, Polonskaya Y V., Murashov IS, Volkov AM, *et al.* Polymorphisms in the CETP, APOC3 and APOE genes in men with unstable atherosclerotic plaques in the coronary arteries. *Meta Gene.* 2021 Feb 1;27:100847.
44. Mokhtar FBA, Plat J, Mensink RP. Genetic variation and intestinal cholesterol absorption in humans: A systematic review and a gene network analysis. *Prog Lipid Res.* 2022 Apr 1;86:101164.
45. Cui G, Tian M, Hu S, Wang Y, Wang DW. Identifying functional non-coding variants in APOA5/A4/C3/A1 gene cluster associated with coronary heart disease. *J Mol Cell Cardiol.* 2020 Jul 1;144:54–62.
46. Ulloque-Badaracco JR, Hernandez-Bustamante EA, Alarcon-Braga EA, Mosquera-Rojas MD, Campos-Aspajo A, Salazar-Valdivia FE, *et al.* Atherogenic index of plasma and coronary artery disease: A systematic review. *Open Med* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2023 Jun 26];17(1):1915. Available from: /pmc/articles/PMC9730543/
47. Chainchel Singh MK, Abdul Rashid SN, Abdul Hamid S, Mahmood MS, Feng SS, Mohd Nawawi H, *et al.* Correlation and assessment of coronary artery luminal stenosis: Post-mortem computed tomography angiogram versus histopathology. *Forensic Sci Int.* 2020 Mar 1;308.
48. Nam JS, Kim MK, Nam JY, Park K, Kang S, Ahn CW, *et al.* Association between atherogenic index of plasma and coronary artery calcification progression in Korean adults. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2020 Jul 2 [cited 2023 Jun 26];19(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32615982/>

49. Guo Q, Zhou S, Feng X, Yang J, Qiao J, Zhao Y, *et al.* The sensibility of the new blood lipid indicator--atherogenic index of plasma (AIP) in menopausal women with coronary artery disease. *Lipids Health Dis* [Internet]. 2020 Feb 24 [cited 2023 Jun 26];19(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32093690/>
50. Willeit P, Tschiderer L, Allara E, Reuber K, Seekircher L, Gao L, *et al.* Carotid Intima-Media Thickness Progression as Surrogate Marker for Cardiovascular Risk: Meta-Analysis of 119 Clinical Trials Involving 100 667 Patients. *Circulation*. 2020 Aug 18;142(7):621–42.
51. García Muñoz A, Melo Buitrago P, Rodríguez Arcila M, Silva Zambrano D, García Muñoz A, Melo Buitrago P, *et al.* Índices aterogénicos y composición corporal en cadetes de una escuela de formación militar colombiana. *Sanid Mil* [Internet]. 2020 [cited 2023 Jun 26];76(1):13–8. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712020000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Identificación de los conocimientos, actitudes y prácticas en la alimentación de niños con cáncer en dos albergues de Bogotá

Identification of knowledge, attitudes and practices in feeding children with cancer in two shelters in Bogotá

Nelson Aneider Pérez¹, Julieth Pilar Uriza², Adriana Patricia Corredor³, Marcela Bernal⁴, María Fernanda Rodríguez⁵, Devi Puerto⁶, Alexandra Peña⁷, Adriana Chiguasuque⁸, Yuli Paola Rivera⁹, Miguel Mauricio Moreno¹⁰

Resumen

Introducción. En la población con diagnóstico de cáncer, producto de los tratamientos oncológicos específicos y en etapas posteriores a la finalización de estos surgen retos para garantizar una adecuada alimentación. Es así como el identificar los conocimientos, actitudes y prácticas nutricionales de los niños, así como los de sus padres durante la enfermedad y el tratamiento es de gran utilidad para el planteamiento de soluciones a las dificultades en la alimentación que puedan surgir. **Objetivo.** Identificar conocimientos, actitudes y prácticas alimentarias de los padres, cuidadores y niños con cáncer en dos hogares de paso ubicados en Bogotá, Colombia. **Metodología.** Para esto se llevaron a cabo grupos de enfoque con profesionales de la salud, padres y niños, en adición, se ajustó y aplicó el cuestionario

1. Universidad ECCL, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2246-9304>

2. Universidad ECCL, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8390-1426>

3. Universidad ECCL, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9839-6151>

4. Universidad ECCL, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8638-7768>

5. Universidad ECCL, Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0051-0495>

6. Instituto Nacional de Cancerología (INC), Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0460-7769>

7. Instituto Nacional de Cancerología (INC), Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3776-5846>

8. Instituto Nacional de Cancerología (INC), Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1203-1255>

9. Instituto Nacional de Cancerología (INC), Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-9600>

10. Instituto Nacional de Cancerología (INC), Bogotá, Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1045-237X>

Correspondencia: nperezw@eccl.edu.co

diseñado y validado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Nutrición para la evaluación de conocimientos, actitudes y prácticas en nutrición, posteriormente los datos fueron analizados con el software NVivo. **Resultados.** Se encontró que los niños y acudientes reconocen y practican buenos hábitos para el estado nutricional, aunque para una tercera parte de ellos puede ser difícil el cumplimiento de algunas de ellos, bien sea por falta de conocimiento, condición económica, mitos o creencias. **Conclusión.** Se requieren intervenciones de información, educación y comunicación junto con estrategias que permitan una alimentación saludable y la superación de los retos y síntomas durante la enfermedad y tratamiento, en especial en la etapa ambulatoria o al ser dados de alta y retornar a sus hogares.

Palabras clave: culinaria; nutrición, alimentación y dieta, conducta alimentaria, neoplasias, salud de la niñez.

Abstract

Introduction. In the population diagnosed with cancer, challenges arise for their adequate nutrition, especially during treatment and in the later stages. Thus, identifying the nutritional knowledge, attitudes and practices of children and their parents during illness and treatment is very useful for proposing solutions to difficulties in feeding that may arise. **Objective.** Identify knowledge, attitudes and practices related to food by parents, caregivers and children with cancer in two foster homes located in Bogotá, Colombia. **Methodology.** For this, focus groups were carried out in which specialists, parents and children participated; in addition, the questionnaire designed and validated by the Food and Nutrition Organization of the United Nations was adjusted and applied for the evaluation of knowledge, attitudes and practices in nutrition, later the data were analyzed with a software (NVivo). **Results.** It was found that children and guardians recognize and practice good habits for nutritional status, although for a third of them it may be difficult to comply with some of them, either due to lack of knowledge, economic condition, myths or beliefs. **Conclusion.** Information, education and communication interventions are required along with strategies that allow healthy eating and overcoming challenges and symptoms during illness and treatment, especially in the outpatient stage or when being discharged and returning to their homes.

Keywords: cooking, diet, food, and nutrition, feeding behavior, neoplasms, child health.

Introducción

El cáncer es una de las enfermedades crónicas de mayor costo y demanda en la salud pública, es la primera causa de muerte en el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (1) casi 10 millones de muertes se atribuyen a esta enfermedad en 2020, lo que significa casi una de cada seis muertes registradas.

Se calcula que cada año padecen cáncer unos 400.000 niños y adolescentes entre 0 y 19 años. Los tipos de cáncer infantil más comunes son las leucemias, los cánceres cerebrales, los linfomas y tumores sólidos como el neuroblastoma y los tumores de Wilms (2), (3). En los países de ingresos altos, donde en general hay acceso a servicios de atención integral, más del 80% de los niños afectados de cáncer se curan, pero en los países de ingresos bajos o medianos se curan menos del 30%. Por lo general, el cáncer infantil no se puede prevenir ni detectar por cribado. En los países de ingresos bajos o medianos, las defunciones evitables por cáncer infantil obedecen a la falta de diagnóstico, a diagnósticos incorrectos o tardíos, a las dificultades para acceder a la atención sanitaria, al abandono del tratamiento, a problemas de toxicidad o a recidivas (3), (4).

La mayoría de los cánceres infantiles se pueden curar con medicamentos genéricos u

otros tipos de tratamiento, como cirugía y radioterapia. Estos tratamientos pueden ser eficaces en relación con el costo en todos los lugares, con independencia del nivel de ingresos (3). Solo un 29% de los países de ingresos bajos declara que su población tiene generalmente a su disposición medicamentos contra el cáncer, frente a un 96% de los países de ingresos altos (3).

En Colombia, según el Instituto Nacional de Salud (INS), para el año 2020 la mayor proporción de casos se presentó en niños con 893 casos (54,3%), el 95,7% estaba afiliado al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), en la población indígena hubo 21 casos (1,4%) y en población afrodescendiente 16 casos (1%). Los principales cánceres observados fueron las leucemias, linfomas y tumores del sistema nervioso central, obteniendo una proporción de 63,7% y el grupo de edad de 10 a 14 años presentó el mayor número de casos (5).

En el año 2020 el Instituto Nacional de Cancerología (INC) se atendieron 154 casos nuevos de cáncer en menores de 18 años, con mayor cantidad de casos en los menores de 10 a 17 años, siendo los más frecuentes las leucemias con 38 casos nuevos (24,7%), los tumores del sistema nervioso central 19 casos (12,3%) y los linfomas con 16 casos (10,4%) resaltando que estas cifras se correlacionan completamente con los datos generales a nivel nacional (6).

En Colombia se tratan entre 1.500 y 1.600 niños con cáncer al año, de los cuales de 765 a 816 mueren en los 5 años posteriores al diagnóstico (7). En la actualidad es bien sabido que los hábitos alimentarios y los estilos de vida juegan un papel crucial dentro de la progresión de estas patologías (8). Además, los niños con diagnóstico de cáncer tienen un riesgo más alto de desnutrición y déficit de micronutrientes, lo cual no solo tendrá implicaciones en el crecimiento y el desarrollo del niño sino en el pronóstico de la enfermedad (9), (10), (11), (12). El tratamiento contra el cáncer por sí mismo puede ocasionar un déficit de nutrientes, como lo son las proteínas, hierro, cinc y vitamina A (12), (13). Sumado a lo anterior, las condiciones socio-demográficas, el acceso a los alimentos de mejor calidad son elementos que pueden afectar el estado nutricional de esta población (10), (13).

Los pacientes que no pueden mantener una ingesta adecuada de alimentos, desarrollan deficiencias nutricionales que afectan significativamente la calidad de vida, y por lo tanto tienen mayores tasas de pérdida de peso entre un 15 y un 40% en función del tipo de cáncer, hospitalizaciones prolongadas y pausas en el tratamiento (14). Sin embargo, la incidencia de desnutrición aumenta conforme evoluciona la enfermedad hasta afectar a un 80% de los pacientes (14), (15). Estudios reportados en la literatura sugieren que un 60% de los niños con cáncer

experimentan desnutrición relacionada con la enfermedad y se informa que la incidencia de la desnutrición probablemente no se reconoce en la totalidad debido a que frecuentemente no es reportada (10), (11), además, señala que suelen tener niveles bajos de vitamina A, betacaroteno y cinc, estos nutrientes pueden ser utilizados o excretados por alteraciones en la mucosa intestinal, lo cual dificulta una mayor absorción de estos micronutrientes (7). Los déficits de vitamina D y A por una mala ingesta pueden ser agravados por la malabsorción de vitaminas liposolubles que podría ocurrir en niños con baja ingesta de alimentos fuentes de grasa, disminución en la exposición al sol y un bajo consumo de verduras (7). En otro estudio se evaluaron prospectivamente niños con diagnóstico reciente de cáncer con edades de 2 a 17 años y fueron elegibles 42 pacientes, tratados por un período de seis meses a un año con quimioterapia o radioterapia, en donde se tomaron muestras de sangre para analizar niveles séricos de: hierro, ferritina, proteína c reactiva (PCR), selenio, vitamina D 25OH, vitamina B12 y folato; estos análisis se realizaron al tercer y sexto mes y se encontró niveles de selenio muy bajos al momento de su diagnóstico y continúan en déficit los seis meses posteriores, la vitamina D 25OH también presentaba niveles bajos en los primeros seis meses después del diagnóstico, mientras que los niveles de ferritina eran altos en el diagnóstico y durante el tratamiento, mientras que sólo el 36% tenía déficit de

niveles de vitamina B12 en el diagnóstico y posteriormente se normalizó, Los niños con cáncer a menudo presentan anemia ya que se asocia con una menor disponibilidad de hierro a pesar de una reservas suficientes por lo que en este estudio se mostró que en el primer momento del diagnóstico los niveles eran bajos (16).

Ahora bien, la atención nutricional en el paciente oncológico debe formar parte del tratamiento global, teniendo en cuenta que algunas alteraciones por la localización del tumor o por los efectos secundarios del tratamiento, dificultan o impiden la alimentación, esto puede dar lugar a alteraciones nutricionales significativas y es de gran importancia su detección, valoración e intervención temprana (13), (17). Asimismo, los niños con cáncer muestran poca adherencia a las frutas y las verduras, por lo que, solo el 24% y el 5% de los casos de los supervivientes de cáncer infantil alcanza la ingesta recomendada de calcio y vitamina D respectivamente (16). Por tanto, es crucial conocer dichas complicaciones a fin de minimizarlas, ya que se correlacionan con la pérdida del gusto, náuseas, vómitos, diarrea o estreñimiento u otras producidas a nivel de la cavidad oral y faríngea, como la xerostomía y la mucositis, que influyen en el consumo de alimentos por vía oral (18).

La alimentación segura debe garantizar el crecimiento y desarrollo normal y los insumos metabólicos necesarios para desem-

peñar las actividades habituales, la cual se define como todo proceso voluntario por medio del cual una persona accede a alimentos con valor nutricional con el mínimo riesgo de compromiso de la vía aérea, manteniendo el agrado por el alimento, por lo que en la población pediátrica implica el reconocimiento del proceso evolutivo de la alimentación.

Estudios previos han mostrado que el aumento del consumo de vitamina D al inicio del tratamiento fue asociado con una mayor supervivencia en pacientes con cáncer, una ingesta adecuada de calcio y vitamina D son esenciales para lograr una masa ósea pico máxima (16).

Con todo esto, el interés de este trabajo se centró en identificar los conocimientos, actitudes y prácticas alimentarias de los padres, cuidadores y niños con cáncer, ubicados en dos hogares de paso ubicados en Bogotá- Colombia.

Materiales y métodos

Para identificar conocimientos, actitudes y prácticas alimentarias de los padres o cuidadores y niños con cáncer, se realizó, entre el 2019 y 2020, una investigación cualitativa con enfoque fenomenológico en la población que se encontraba viviendo en dos hogares de paso de Bogotá. La participación fue voluntaria, todas las personas

que fueron abordadas y entrevistadas firmaron un consentimiento informado y autorizaron la grabación de las entrevistas.

Sujetos de estudio

- **Pacientes:** niños y niñas, que de ahora en adelante se denominarán niños, en tratamiento oncológico que se encontraban en los albergues; para el caso de niños menores de 5 años solo se entrevistaban a los acudientes; para el caso de niños entre 6 y 17 años se tuvieron en cuenta tanto a los niños como a los acudientes.
- **Acudientes:** madres y padres de familia o cuidadores o responsable del menor.
- **Profesionales de la salud:** Pediatras, nutricionistas, fonoaudiólogos y profesionales vinculados al tratamiento de los niños con cáncer.
- **Hogares de paso:** Dos hogares de paso donde residían pacientes oncológicos pediátricos no hospitalizados del INC: “Luisito” y “OPNICER”.
- **Personal de los albergues:** personal administrativo y operativo (cocineros o cocineras).

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron: (i) Residir en el hogar de paso, (ii) tener un diag-

nóstico de cáncer, (iii) Expresar la voluntad de participar en el estudio y (iv) Firmar el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron: (i) pacientes con patología psiquiátrica o que presentaran problemas neurológicos graves o que presentaran cualquier patología subyacente que, a juicio del profesional clínico, incapacitara al paciente para ser incluido en la investigación.

Valoración de hábitos, conocimiento, actitudes, prácticas alimenticias y contexto socioeconómico y geográfico

Por medio de grupos de enfoque y/o entrevistas con los familiares o acudientes, profesionales de la salud, personal de los albergues y los niños, se recogió información. Se diseñaron talleres de cocina en donde se prepararon recetas, orientadas por chefs profesionales, con participación de acudientes y niños, la finalidad de estos talleres de cocina fue la generar un ambiente de confianza mientras que los investigadores capturaban la información de acuerdo con los instrumentos de trabajo diseñados para los grupos de enfoque y entrevistas. En los grupos de enfoque con los profesionales se recolectó información sobre recomendaciones nutricionales, tipos de preparación, hábitos alimenticios, prácticas y saberes que se perciben de pacientes y familias. En los grupos

de enfoque con el personal del albergue se recolectó información de las creencias y preferencias en la alimentación de los niños y sus familias tienen tanto en el hogar de paso como en sus casas.

Adicional, se aplicó a los niños y padres de familia el cuestionario diseñado y validado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Nutrición para la evaluación de conocimientos, actitudes y prácticas en nutrición (CAP) (19), las variables que se midieron en el cuestionario fueron el contexto sociodemográfico, conocimientos en la alimentación y prácticas de actividad física. Se reconocieron conocimientos, actitudes y prácticas en la alimentación de los niños y sus familias tanto en el hogar de paso como en sus casas.

El análisis de la información se desarrolló en dos etapas:

1. Reducción, codificación y sistematización de la información, tras la recolección de los datos, su observación, organización y selección de datos. Se definieron las unidades de análisis y su respectiva codificación por categorías, temas o patrones encontrados en cada muestra e instrumento aplicado. Los datos recolectados en los grupos de enfoque se agruparon en quince categorías, en razón a su relación, distribuidas en cuatro grupos, de acuerdo como se señala en la Tabla 1

Tabla 1. Clasificación de la información recogida sobre los hábitos y actitudes frente a la alimentación en dos albergues para niños durante el tratamiento oncológico.

GRUPOS	CATEGORÍAS
1) Actitudes y prácticas:	Alimentos o recetas que aceptan. Alimentos o recetas que rechazan. Hábitos negativos. Hábitos positivos. Higiene e inocuidad. Mitos Y saberes populares.
2) Disponibilidad y acceso:	Alimentos e ingredientes comunes. Cultivo, pesca y cría. Dificultad de acceso.
3) Enfermedad y tratamiento:	Alimentos no permitidos. Alimentos permitidos. Tratamiento y efectos.
4) Región:	Modismos. Origen regional. Particularidades.

2. Análisis y presentación de los datos: análisis detallado de cada categoría y las relaciones entre las mismas para la disposición y transformación de los datos en gráficas o mediante las descripciones, significados, anécdotas, experiencias o similitudes en las respuestas de cada actor para cada muestra e instrumento aplicado. Para esto se traslada la información a NVivo, que es un programa para análisis de información cualitativa, el cual señala relaciones al encontrar frecuencias de una idea en los diálogos de los participantes.

Resultados

En el grupo de pacientes, fueron en su mayoría hombres (70%), la mitad cursando primaria (50%), con otros tipos de cáncer diferentes a leucemia, linfoma y tumor sólido (56%), con quimioterapia como tratamiento de una duración mayor a 24 meses (60%). Es relevante mencionar que en el grupo de acudientes o cuidadores el 80 % fue de género femenino, madres de familia, con escolaridad secundaria (60%), en el rango de 26 a 35 años (62%). El 70% de los acudientes consideran muy importante la relación entre el estado nutricional y la enfermedad del niño, y el 40% de ellos refieren que los niños han tenido una pérdida moderada de peso durante la enfermedad. Ahora bien, en cuanto al estado nutricional de los niños, el 40% de los acudientes con-

sideran que es normal. La mayoría de los padres no encuentra alguna relación entre el estado nutricional y la práctica de actividad física en su hijo (60%), al igual que ninguna relación entre el estado nutricional con el estado de ánimo del niño (80%).

1) Actitudes y prácticas

Alimentos o recetas que se aceptan: el apetito disminuye y la sensibilidad aumenta en los días del tratamiento. No obstante, se identifican gustos específicos. Hay una gran variedad de alimentos preferidos por los niños como el huevo, helado, sopas, arroz con pasta, ensaladas de verduras, arepas, caldo, panqueques (arepuela, cuya masa contiene leche) con jamón, entre otros. Asimismo, se reconoce preferencia por frutas como el mango y manzana verde, y por recetas típicas y regionales como el tamal, sopas como el sancocho y el ajiaco y arroces como el arroz con pollo. Finalmente, expresan gusto por preparaciones rápidas como las empanadas, perros calientes y hamburguesas con patacones y la pizza.

Alimentos o recetas que se rechazan: Los pacientes rechazan principalmente las comidas que les recuerden el tratamiento, en especial la fase de la hospitalización. Los complementos alimenticios, las cremas y las coladas son asociadas al tratamiento, por lo que no son aceptadas con agrado, entonces, en Ante esto el grupo de enfoque con especialistas expresaba:

“La comida de hospital es muy buena en cuanto a cuidado, pero es industrializada y se aleja de pronto de los patrones culinarios de los hogares. La comida del hospital es muy diferente a la de la casa... lo que menos piden es carne, le pierden mucho gusto”.

En los grupos de enfoque se evidencia la aversión hacia las verduras por parte de los niños. No obstante, se reconocen sus beneficios nutricionales.

Hábitos negativos: Se reconocen como hábitos negativos el no cumplir con horarios para la alimentación. Los padres reconocen a los dulces, productos de paquete, gaseosas y comidas rápidas como alimentos que se deben evitar o disminuir el consu-

mo, pero a veces si los niños están con bajo apetito, tienen flexibilidad para procurar el consumo de alguno de estos alimentos. Los especialistas mencionaban:

“Las carnes procesadas es algo que se restringe mucho, pero a los niños les gusta, como por ejemplo las hamburguesas”.

La figura 1 muestra la frecuencia de consumo de alimentos no saludables. 5 de las 10 familias cuestionadas indicaron que el paciente consumía golosinas una vez por día, siendo el alimento no saludable de mayor frecuencia consumido, seguido de los embutidos que son consumidos por 3 de cada 10 pacientes dos veces a la semana. Mostrando que hay restricción en su consumo.

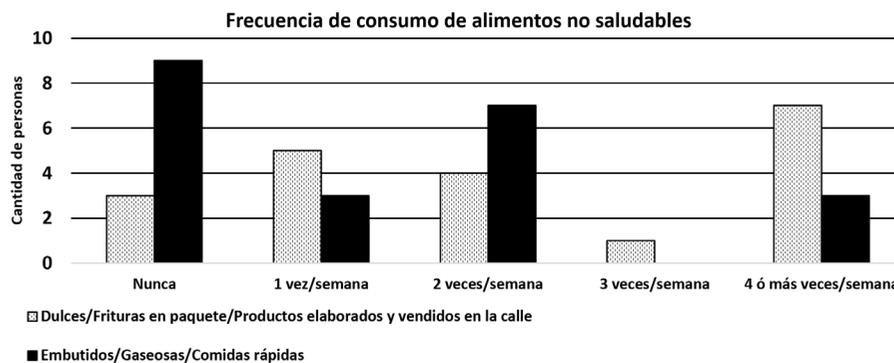


Figura 1. Frecuencia de consumo de alimentos no saludables, los dulces y frituras en paquete son los más frecuentemente consumidos por los niños.

Hábitos positivos: El albergue como institución prestadora de los servicios tiene establecidos los horarios para cada una de las jornadas alimenticias. En los albergues se señala que los horarios de los alimentos son para que el niño no tenga periodos prolongados de ayuno y esto pueda causar un

empeoramiento de su estado de salud. El desayuno puede ser de 6.30 a 7:30 a.m., medias nueves de 9:30 a 10:00 a.m., almuerzo de 2:00 a 3:00 p.m., onces de 4:30 a 5:00 p.m., cena de 7:00 a 8:00 p.m. Estos a su vez se pueden ver modificados de forma individualizada y según la condición del

niño, es decir, si el niño se encuentra en un procedimiento o quimioterapia su horario de alimentación será modificado. Sin embargo, hay flexibilidad porque se tienen en cuenta las costumbres culturales frente a los horarios de comida. No obstante, esta buena práctica la deben conservar los padres cuando el paciente, de manera ambulatoria, esté de regreso a su casa. Sobre esto los acudientes refirieron:

“Los horarios de alimentación en mi casa son modificados dependiendo de lo que se presente cada día, el desayuno puede ser de 6 a 7:30 a. m. dependiendo el horario de clase de mi hijo o de lo que hagamos ese día y el almuerzo igual dependiendo de la hora de salida del colegio de mi hijo”.

“Las onces, yo les doy dinero para que compren en el colegio lo que deseen, la comida a veces es a las 6:30 p.m. o en algunos casos a las 7:30 p.m. les doy casi lo mismo del almuerzo o a veces colada con pan”.

Igualmente, los albergues diseñan recetas con contenido nutricional balanceado, para esto se incluye fruta, verdura, proteína y carbohidratos en diferentes momentos de consumo.

Desde el punto de vista de los profesionales de la salud involucrados en el estudio, la alimentación del niño no debe ser restringida sino que debe ser incluyente, no solo en la forma de cocción, si no también teniendo en cuenta los gustos propios del paciente, esto

con el objetivo de partir de unas recomendaciones por parte del oncólogo debido a su características propias de la enfermedad y llegar a un equilibrio entre lo que se debe comer, lo permitido y el gusto del paciente de forma individualizada haciendo partícipe de su propio cuidado a cada niño.

El paciente debe disfrutar comer, para esto se debe contar con un buen entorno familiar, este debe ser alegre y positivo. Se deben tener en cuenta unas complacencias sencillas con el paciente como servirle en su plato y vaso favorito, ofrecerle de vez en cuando helado o una hamburguesa sana. No olvidar las fechas especiales como cumpleaños o celebraciones sociales o familiares, para estos días se pueden hacer preparaciones especiales, teniendo en cuenta las condiciones de los síntomas y el tratamiento, pero reforzando la continuidad del desarrollo de la vida. Igualmente se debe buscar el reemplazo de aquellos ingredientes que no sean tolerados o que no sean compatibles con los síntomas, por ejemplo, reemplazar carne por huevos o queso. Se recomienda usar colores en la comida y en la presentación de los platos. No se recomienda forzar la alimentación y se debe promover el consumo de líquidos.

Los padres de familia son conscientes de la importancia de una alimentación saludable para sus hijos, así lo expresaron en los grupos de enfoque:

“Es importante que la alimentación tenga legumbres, los lácteos que no pueden faltar así mismo las verduras, frutas; también comen jugos, galletas a veces de repente, alguna golosina, no más”.

“Nosotros tratamos de darles una buena alimentación a los niños, y nos complace de vez en cuando darles comidas de paquetes, gaseosas y otros; normalmente procuramos no darles carnes rojas, alimentos enlatados, y tampoco ensaladas ya que a mi hijo no le gustan”.

La figura 2 muestra la frecuencia de consumo de alimentos naturales. 6 de las 10 familias cuestionadas indicaron que el paciente consumía carnes blancas como pollo y pescado dos veces por día, siendo el alimento de mayor frecuencia consumido, seguido por el huevo que es consumido por 6 de cada 10 pacientes una vez por día.

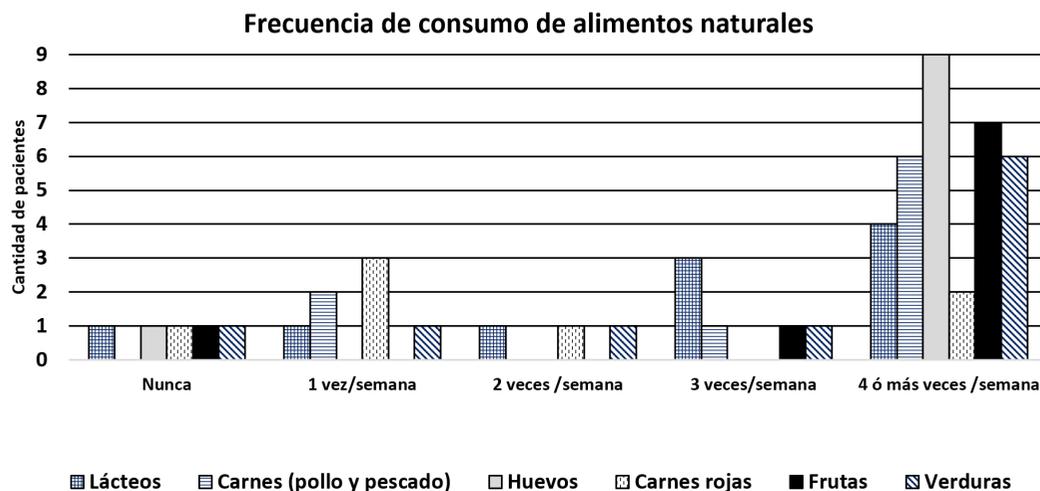


Figura 2. Frecuencia de consumo de alimentos naturales, se encontró el huevo como gran protagonista.

Higiene e inocuidad: Los profesionales de la salud recomiendan unos cuidados específicos con los alimentos, que van desde la higiene, en donde es prioritario el lavado de manos, hasta la conservación de los alimentos. Esto hace que sea necesario que las recetas deban involucrar las prácticas básicas en el manejo de alimentos como la adecuada cocción, la limpieza y desinfección de alimentos, utensilios y las manos. Además, dentro de las recomendaciones de

higiene e inocuidad se tiene especial precaución frente a las frutas y verduras crudas debido al estado de inmunosupresión de los niños, por ello los especialistas explican:

“Se les indica que lo ideal es que no se coman alimentos crudos, especialmente las verduras... Las frutas que sean de pelar, que se le pueda quitar la cáscara..., o limpiarlas para que sean lo más higiénicas posible... entonces entre más simple sea el proceso de preparación mejor; las verduras

cocidas y no más... No consumir alimentos de dudosa procedencia...La otra cosa que se les dice es que tengan cuidado cuando consuman comida preparada en la calle porque durante manipulación pudo no haber sido higiénica”.

Mitos y saberes populares: El candil o caspiroleta es una de las bebidas consumidas por los niños, esta es típica del departamento del Huila, resalta la cultura opita y contiene un gran valor nutricional (20). Es una receta que viene pasando de generación en generación; las personas la consumen principalmente con fines curativos ante una gripa o un resfriado. Esta bebida solo es elaborada en los hogares especialmente por las amas de casa o las abuelas (21). Lo anterior se debe a que además de ser un alimento de buen sabor, es nutritivo y reconfortante por su alto contenido calórico como calcio, hierro, fósforo, proteínas, vitaminas A, D y E; sus principales ingredientes son: leche, huevos, azúcar y en algunas ocasiones, aguardiente (21), (22). Los mitos son parte fundamental de sus conductas alimenticias, tales como la sangre del escorpión azul, sangre de chulo, noni, hierbas, infusiones, caldo de palomo, *frutos rojos (mora, fresa, agraz, uva, arándanos, etc.)* (23), son consumidas por los niños.

2) Disponibilidad y acceso

Alimentos e ingredientes comunes: Los especialistas dicen que ven con mucha frecuencia que los pacientes que son de afuera

de Bogotá pueden acceder a más alimentos en su ciudad de origen, tal como lo expresó un padre de familia *“podría acceder a determinados alimentos en donde estoy viviendo, pero ya al tener que cambiar de domicilio no tengo plata para los alimentos, para la canasta básica”.*

Acceso a alimentos a través de cultivos, pesca y cría: En las regiones rurales de Colombia se tiene acceso a cultivos propios como plátano, yuca, naranja, mango, papaya, maracuyá, piña, auyama, aguacate, tomate, cebolla, maíz, cilantro, habichuela y repollo. De otro lado, en algunas regiones, por la cercanía a ríos se pesca y se tiene acceso diferentes especies de peces, igualmente se pueden criar pollos, gallinas, marranos, etc.

Dificultad de acceso: Se evidencia que las condiciones económicas de las familias de los pacientes son limitadas. En muchas regiones de Colombia la carne es escasa, por lo que se debe sustituir. Esto se expresó de la siguiente manera:

“La proteína casi no la consumimos, pues cuando tenemos los recursos la compramos ya sea carne o pollo”.

“Trato de darle una buena alimentación a mi hijo, aunque la situación económica no me permite a veces brindarla, pero yo recibo ayuda de mi familia para poder alimentar a mis hijos”.

“Vemos con mucha frecuencia en los pacientes que son de afuera de la ciudad, pues la población del

instituto es un régimen subsidiado, las minorías étnicas y los migrantes mayoritariamente, entonces tienen bastante inseguridad alimentaria...normalmente estos pacientes que vienen en estas condiciones tienen una complejidad social muy grande... la realidad social de nuestros pacientes hace que el acceso a la canasta sea muchos más limitante, entonces, si en el grupo de soporte tienen una inseguridad alimentaria no hay quien les provea el alimento...en algunas familias que se organizan muy bien como para tratar de darle mejor alimentación dentro de sus posibilidades, pero pues es que, depende del acceso que tengan y las condiciones para hacer los alimentos”.

3) Enfermedad y tratamiento

Alimentos no permitidos: De acuerdo con los grupos de enfoque de los especialistas se debe limitar el consumo de bebidas azucaradas, de comida empaquetada elaborada y con alto contenido de aditivos (frituras empaquetadas, por ejemplo), así como el consumo de comida expendida y preparada en la calle.

Alimentos permitidos: En los grupos de enfoque los especialistas indican que la alimentación de los pacientes durante o después de su tratamiento debe ser saludable, como lo debe ser inclusive para una persona sana. Sin embargo, se deben tener en cuenta particularidades propias de los síntomas. La dieta debe incluir frutas, verduras y proteínas, así como líquidos hidratantes para la sed, para esto se pueden preparar

en casa aguas saborizadas y jugos naturales, por ejemplo.

Asimismo, se destaca la importancia de los aspectos sensoriales durante la comida, sugieren que: *“a veces como se presentan los alimentos, la comida también entra por los ojos, entonces una comida así toda pálida toda como descolorida pues menos van a comer... jugar más con la presentación de los alimentos y con unas texturas que sean más fáciles de manejar o los alimentos favoritos”.*

Tratamiento y efectos: En los grupos focales los especialistas hacen énfasis en que hay varios tipos de cánceres, pacientes de diferentes edades, diferentes fases de tratamiento, así como diferentes efectos del tratamiento y de la enfermedad. Sin tener que determinar recetas específicas para cada de condición, se debe hacer un señalamiento y agrupación de recetas para las más relevantes, las cuales son la edad y los efectos o síntomas del tratamiento.

Los especialistas concuerdan en que se deben tener en consideración las buenas prácticas de manufactura durante la preparación de alimentos para evitar episodios de infección del paciente. Asimismo, destacan la importancia de la integralidad en la atención:

“los procesos en este nivel de complejidad en el que estamos, tienen que ser muy multidisciplinarios, tenemos que apoyarnos entre varios para poder garantizar una mejor cobertura para las

necesidades de los pacientes y el mejor desenlace del tratamiento oncológico y definitivamente un paciente con riesgo nutricional es un paciente que tiene más riesgo de tener más pobres desenlaces con el tratamiento”.

Además, para que el alimento sea efectivo en el paciente debe tenerse en cuenta las características patológicas, es decir el tipo de cáncer, la etapa en la que se encuentre y la sintomatología (24). Se confirma con los especialistas que según la ubicación del cáncer puede haber más prevalencia de síntomas que inciden en la alimentación: *“si hablamos tal vez de una radioterapia cabeza y cuello o de pronto gastrointestinal, también hay ya, hay más eventos adversos esperados”.*

De otro lado, es frecuente la presencia de efectos adversos propios del tratamiento, por ejemplo con relación a la percepción sensorial, los especialistas destacaron: *“ellos se quejan mucho de los olores, los olores cuando están en quimioterapia, o sea el olor cuando va entrando al carrito al piso y ya desde la otra habitación ya sienten ese olor... una persona o un paciente pediátrico con cáncer puede no disfrutar la comida porque no le da apetito... la disgeusia y la ageusia, puede ser temporal o permanente en algunos de ellos”.*

Se reconocen como síntomas más recurrentes durante el tratamiento la falta de apetito, hiporexia, náuseas, alteración o pérdida de sabor, diarrea, sequedad oral o xerostomía y estreñimiento. Su participación den-

tro de la población evaluada se muestra en la figura 3. La falta de apetito y las náuseas resaltan, cada uno con 15%, por lo que un recetario que ofrezca recetas para pacientes con esos síntomas sería muy útil.

Síntomas clínicos referenciados por los pacientes relacionados con el cáncer o su tratamiento

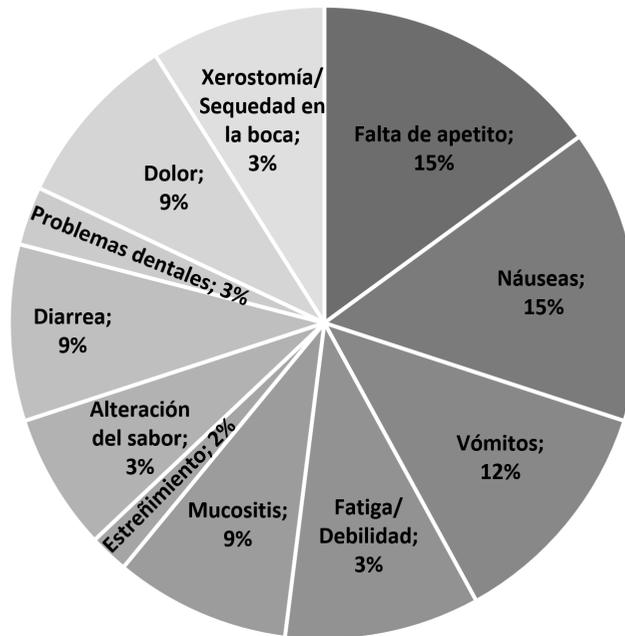


Figura 3. Síntomas relacionados con el cáncer o su tratamiento.

Por otra parte, tras ser dados de alta del hospital, durante la fase ambulatoria, también suelen permanecer algunas problemáticas y retos con la alimentación que deben ser afrontadas por los niños y sus familias. Los especialistas refieren que: *“recién salen del tratamiento están como en una época que tienen como una subida de los síntomas...en los pacientes ambulatorios lo que sí es muy evidente es cuando la alimentación se vuelve un motivo de pelea en la familia, el paciente deja de comer, es que tiene que comer, es un motivo de conflicto en la familia”*.

4) Región

Modismos: En los grupos de enfoque con personal de los albergues, familiares de los pacientes y los mismos pacientes, se iden-

tifica la variedad en el lenguaje usado para nombrar los alimentos y preparaciones.

Origen regional: En la interacción con los cuidadores de los pacientes se identifica que, sin importar las costumbres alimenticias propias de cada región, los familiares o acudientes de los pacientes hacen los esfuerzos necesarios para conseguir ingredientes regionales, por ejemplo, en las plazas de mercado cercanas a los albergues.

Los especialistas reconocen la multiculturalidad como un factor que constituye un reto para la adecuada alimentación de los niños. Se encontraron expresiones como: *“un paciente que vino era indígena y que solo comía maíz y cuando llega acá, pues o sea ni la textura ni el sabor ni nada era para él”*.

En los albergues se detecta representación de regiones como Costa Caribe, Llanos Orientales y Costa Pacífica, entre otros, así como del país vecino Venezuela. Así se expresa el acceso regional a ciertos productos:

“En mi pueblo hay una variedad de alimentos como lo es yuca, papa, arroz, cebolla larga, tomate, mandarina, maíz, aguacate, banano, mango, cilantro y piña, yo algunos de estos los cultivo en huerta o en la plaza de mercado se pueden ir a comprar”.

Particularidades: En los grupos de enfoque los participantes manifestaron su interés en que las recetas o platos para los pacientes incluyan las particularidades regionales y sus platos típicos como sancochos, sopas, arroces y arepas, por ejemplo.

De otro lado, se hace énfasis en los hábitos y estilos de vida saludables, así como en la importancia de reconocer la alimentación como un hecho social de encuentro, en especial para los niños y sus familias. Por lo que los especialistas recomiendan: *“Que realmente sea un momento para disfrutar, porque pues la comida es un placer. No tiene que ser un motivo de sobrecarga emocional, económico... que sean cosas que sean como muy de la canasta, habitual de su plata y que sean fáciles de hacer, y que sean atractivas, que sea realmente placentero, tanto por el aspecto como por el entorno emocional que lo acompañe... cocinar implica afecto y mucho de la creatividad”.*

Discusión

Colombia es un país multiétnico, multicultural y biodiverso, constituido de grupos territoriales con características socioculturales y costumbres alimenticias propias. Una de las características que define la gastronomía en Colombia son los pisos climáticos, que a su vez permite la disponibilidad de diferentes alimentos según las regiones, por citar algunos ejemplos la papa en Boyacá, el plátano en el Urabá Antioqueño, el mango en el Caribe, entre otros (25).

Las creencias están directamente relacionadas con las prácticas de alimentación, del mismo modo en el proceso de socialización, las personas adquieren de una forma inconsciente las normas básicas para actuar en un medio social, puesto que se produce un aprendizaje social relativo a las reglas culinarias que forman parte de los conocimientos y prácticas transmitidas y adquiridas, y que se interiorizan de forma similar (26), (27). Este estudio evidenció que hay una transmisión del conocimiento y de la educación alimentaria en el hogar colombiano, en la preparación de los alimentos en la mayoría de los casos se hereda por tradición cultural.

La fe de los padres de familia los motiva a dar alimentos a sus hijos sugeridos por los mitos populares. A pesar de que no haya una base científica en el uso de ciertos

alimentos, se sugiere tener en consideración la inclusión en las recetas de algunos como guanábana, frutos rojos (arándano, agraz, por ejemplo), lenteja, espinaca y candil. Estos ingredientes no tienen contraindicación específica hacia los tratamientos, dan aporte nutricional por sus vitaminas, minerales, fibra o proteína y al estar en línea con la fe de las personas se pueden incluir en las recetas. Las recetas diseñadas con estos ingredientes no pueden ser consideradas como cura de la enfermedad. Ingredientes o productos que no sean aceptados como alimentos para humanos o cuyas condiciones no cumplan los criterios de inocuidad no deben ser utilizados para la preparación de recetas o para su consumo. Un estudio realizado para formular una bebida funcional a partir de mezclas de guanábana, leche y miel, demostró sus propiedades antioxidantes, contenido de ácido ascórbico superior al 50%, calificado como una bebida funcional para la mediación en temas relacionados con la salud (28).

Por otra parte, el arroz blanco constituye uno de los cereales principales en la alimentación de la totalidad del territorio nacional, los resultados obtenidos por Pinto y Valoyes (29) confirman que el arroz en todas sus formas de preparación comprende una de las comidas más frecuentes en la mesa de los colombianos y que se combina con otros alimentos ya sean proteínas o carbohidratos para su consumo en el día a día o en festividades. En este estudio, per-

sonas de diferentes regiones mencionaron recetas que tienen arroz como ingrediente, siendo el arroz con pollo destacado por ser de preferencia para los niños.

Se encontró que diferentes regiones comparten similitudes en la alimentación, costumbres y creencias. En Colombia, la sopa es base fundamental en muchos de los hogares, que incluye diversidad de carbohidratos como papa y yuca y alguna proteína, sin embargo, también se entiende que el recurso económico de algunas familias no permite la inclusión de esta última. Las preparaciones con pescado pueden ser factibles, pero solo en regiones de alta disponibilidad (29).

En las recetas se pueden incluir los platos aceptados y preferidos por los pacientes, siempre teniendo en cuenta que el tratamiento permita su consumo, pero aprovechando el gusto de los pacientes por estos sabores. Frente a esto se capturaron pensamientos como el siguiente.

“A mi hijo le gusta comer alimentos preparados de manera especial, estas preparaciones fueron heredadas en mi familia, por ejemplo, el tamal que preparan los abuelos en ocasiones especiales y los envueltos de maíz”.

Durante la investigación se encontró rechazo por preparaciones tipo crema, sabores a “remedio”, texturas viscosas o que recordarán de alguna manera a la comida del

hospital, por lo que recetas de sopas podrían ser una opción para la alimentación, pero teniendo la precaución en su textura y presentación final.

Con todo lo anterior se evidenciaron múltiples orígenes y preferencias alimentarias por región, lo que destaca la importancia de considerar el patrimonio cultural gastronómico colombiano con sus múltiples alternativas para el desarrollo de preparaciones que contribuyan en la alimentación de los niños con cáncer.

En las preparaciones y elaboración de recetas el uso de lenguaje regional los hace más cercanos y familiares. Para esto se recomienda incluir los modismos no solamente regionales sino también los de Venezuela, porque entre los pacientes y sus familias se encuentran migrantes de ese país. Esto también apoya la integración multirregional, mientras en Colombia decimos papaya, banana y aguapanela en Venezuela se dice lechosa, cambur y papelón, respectivamente.

Hay evidencia que los aspectos sociales tales como la economía, cultura y las tradiciones han aportado la nutrición de los alimentos y las formas de preparación atractivas para que los niños tengan un crecimiento saludable (25), (26).

Sumado a lo anterior, la situación socioeconómica que experimente el paciente es determinante para sus conductas alimentarias

(30). En Colombia, los mitos y creencias que giran en torno al tratamiento del cáncer son innumerables, y sin duda juegan un papel fundamental en el pronóstico del paciente. Es así, como en Colombia no se han realizado suficientes estudios propios que permitan entender la situación local y así mismo ofrecer alternativas que contribuyan a mejorar la nutrición del paciente pediátrico durante y después del diagnóstico de cáncer.

Respecto a la educación, se ha demostrado que el nivel educativo tiene gran influencia sobre el patrón alimentario, el cual se ha observado que varía según el grado de escolaridad de las personas y familias; no han sido únicamente los patrones alimentarios que cambian según la escolaridad, sino también, el horario de las comidas, los métodos de preparación y almacenamiento (31), (32). Estos factores, sumados a otros como el nivel de ingresos del grupo familiar, el entorno en el que se vive, las variaciones en la forma de alimentarse de un grupo social a otro, la educación que se recibe en cuanto a las formas saludables de nutrición, y la influencia de programas y planes gubernamentales en estos ámbitos, tienen algún tipo de influencia en la elección de los alimentos que se consumen en una comunidad (32), (33). Durante la etapa de tratamiento del cáncer los niños y familias suelen recibir orientación y educación alimentaria y nutricional, por lo que muchos de ellos y a razón de la enfermedad,

adquieren nuevos conocimientos y prácticas con relación a la alimentación. Empero, en la etapa ambulatoria o tras ser dados de alta suelen regresar a sus condiciones socioeconómicas que inciden directamente en el acceso de los alimentos en cantidad y calidad. Por lo cual, una guía fácil y sencilla con recetas económicas podría ser una herramienta útil que contribuya al mantenimiento y mejoría de la nutrición y salud de los niños.

Ahora bien, en el documento nacional de hábitos y prácticas alimentarias realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2012, a partir de un análisis por departamento se evidenció que la costumbre de la nutrición en los niños en Colombia varía según la geografía y las características socioeconómicas. En este estudio se encontró que se incluyen preparaciones como el insulso hecho de plátano y maíz dulce en el Tolima, quesos, envueltos en hojas en diversas regiones del país (queso de hoja), bollos de carne en Santander, amasijos en Cundinamarca, cocadas en el pacífico o arepas asadas sobre hojas (29), (34). Por ende, preparaciones económicas y que tengan en cuenta las costumbres colombianas, serían una alternativa apropiada para la alimentación de los niños en su etapa ambulatoria.

En definitiva, los aspectos socioeconómicos son un factor determinante en la alimentación y nutrición. La población

de estudio son personas con vulnerabilidad socioeconómica, por tanto, es necesario adaptar todo el proceso nutricional a su disponibilidad monetaria, de tal forma que con el mismo presupuesto puedan alimentarse adecuadamente y así aportar al mejoramiento de la calidad de vida de los niños. En los resultados cabe resaltar como en las diferentes regiones se puede obtener diversidad de alimentos, pero también se reconoce la limitación en el acceso a ciertos alimentos debido a su nivel económico, por lo que deben sugerirse alternativas de alimentación aterrizadas a sus condiciones.

En relación con las recomendaciones nutricionales, hábitos alimenticios, prácticas y saberes se habla de los estigmas sobre el cáncer y por esa razón presenta desafíos importantes para su prevención y tratamiento, lo cual debería ser manejado con cuidado, pues algunas personas atribuyen la causa y la mejoría del estado de salud a elementos indemostrables (creencias, mitos y fe), descuidando la parte nutricional, hábitos de vida. En las prácticas alimenticias, creencias, y preferencias en relación con la alimentación de los niños hay estudios que hablan sobre la ingesta y calidad de la dieta en niños los cuales reciben tratamiento para el cáncer. Se ha encontrado que el cambio en la ingesta de los alimentos durante el tratamiento es evidente, afectando la calidad de la dieta (35), (36).

Se ha evidenciado que los síntomas están directamente relacionados con la alimentación, ya que estos dificultan o impiden la alimentación, debido a los efectos adversos que generan los tratamientos del cáncer, tales como la anorexia, alteraciones en el gusto y el olfato, mucositis, disfagia, estomatitis, náuseas, vómitos, diarrea, estreñimiento, mala absorción, dolor, depresión y ansiedad (Figura 3).

Para cada uno de estos síntomas se deben elaborar platos específicos y tener hábitos diferenciados, siempre que se tengan en cuenta otros síntomas presentes. Así por ejemplo para el síntoma falta de apetito se puede ofrecer una dieta más fraccionada, mientras que, para la presencia de náuseas, se puede identificar si los pacientes no pueden consumir carnes y algunas verduras. Con la presencia de alteración o pérdida de sabor, este se puede resaltar con limón o hielo. Ante la diarrea las dietas astringentes son útiles, así como para el estreñimiento la dieta debe ser rica en fibra. Con la presencia de la mucositis se deben restringir los alimentos ácidos, debido a que incrementan las lesiones; evitar alimentos abrasivos, picantes y preferir texturas que sean suaves. Y para la sequedad oral o xerostomía se precisa aumentar la dieta líquida, así como mantener óptimas condiciones de higiene oral. Por todas estas dificultades los especialistas reiteran que los pacientes deberían contar con un recetario muy diverso.

Diferentes estudios han demostrado la afectación en la alimentación de las personas con cáncer. Los principales efectos secundarios inducidos por el tratamiento son fatiga, náuseas, sequedad de boca, hipersensibilidad a los olores y trastornos del tránsito del tracto gastrointestinal. Un estudio en Francia demostró que estas molestias pueden afectar la alimentación en el 83% de los pacientes, induciendo pérdida de apetito y aversión a determinados alimentos. De otro lado, el sabor, olor y finalmente la apariencia de los alimentos pueden estimular el apetito. Para ello se debe procurar una intervención integral con asesoramiento nutricional personalizado que debe incluir el papel de la familia, las tradiciones y los hábitos alimentarios de la persona (37).

Los aspectos sensoriales de los alimentos son fundamentales en la relación de las personas con su adecuada alimentación. Infortunadamente las personas con cáncer experimentan alteraciones en la percepción sensorial según la ubicación del tumor o por el tratamiento. En nuestro estudio se destacaron estos aspectos por parte de los diferentes grupos de enfoque, en especial por parte de los niños, acudientes y especialistas. Coa y Cols (38) encontraron que en pacientes ambulatorios el aumento de la sensibilidad fue más común que la disminución de la sensibilidad al gusto y que tenían mayor sensibilidad a ciertos olores como soluciones de limpieza, perfumes y cocción de los alimentos, además de que informan

una amplia gama de preferencias y aversiones por alimentos. Esto concuerda con los resultados del estudio, por lo que se concluye que es importante que el desarrollo de recetas para esta población tenga como ordenador los síntomas y especial atención en técnicas culinarias que permitan abordar los problemas de percepción sensorial.

La quimioterapia influye de manera transitoria en las preferencias alimentarias y la función quimio-sensorial, aspecto que se debe informar a los pacientes antes del tratamiento y se debe monitorear durante el tratamiento debido a las consecuencias para la ingesta nutricional y la calidad de vida (39). En nuestro estudio se encontró que los niños que recibieron quimioterapia o radioterapia podían presentar alteraciones quimio-sensoriales transitorias, además, los especialistas mencionaron que estas alteraciones podrían mantenerse en la etapa postratamiento o ambulatoria, por lo que se requieren alternativas que orienten sobre los tipos de alimentos y sus preparaciones a los niños y sus familias cuando retornen al hogar.

De otro lado, se ha reportado un aumento en la sensibilidad al sabor dulce y la preferencia por platos suaves y no fritos ni endulzados (40). Esto concuerda con nuestros hallazgos frente a los alimentos no permitidos o malos hábitos alimentarios para los niños con cáncer, por lo que se considera una información útil para el desarrollo de

recetas que permitan mantener y aumentar el consumo de alimentos y con ello reducir el riesgo de desnutrición.

En cuanto a la preparación y el consumo de verduras y frutas se puede evidenciar en los resultados que en diferentes regiones es poco frecuente el consumo de ensaladas o preparaciones principales basadas en verduras y hortalizas, ya sea porque las desconocen o porque no saben cómo prepararlas (29). Durante la investigación en todos los grupos de enfoque se encontró que los niños tienden a rechazar las verduras, la figura 2 señala que solo 5 de cada 10 pacientes consume verduras todos los días. El rechazo a las verduras junto con la limitación frente a su consumo crudas -por una posible contaminación y afectación de la vulnerabilidad en los niños con cáncer que suelen estar inmunosuprimidos incide directamente en la baja ingesta de verduras y con ello de las vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes que aportan. Este hecho implica un reto en el desarrollo de opciones de verduras lavadas y desinfectadas o cocinadas para que se cumpla con las recomendaciones de una alimentación saludable.

Por otro lado, en Colombia se ha evidenciado la utilización de bebidas en polvo, jugos artificiales y embutidos o carnes frías que se consumen en general en todo el país debido al fácil acceso y a la economía colombiana. Lo que, por supuesto, promueve el consumo más habitual de estas preparaciones,

afectando el crecimiento y desarrollo debido a la insuficiencia de nutrientes en estos alimentos (25), (29). Dentro de la población estudiada se encontraron gustos por los productos de paquete, comidas rápidas y gaseosas. No obstante, los cuidadores de los niños indicaron que las prácticas alimenticias son modificadas dadas creencias en algunos alimentos, a razón de que estos les pueden generar algún daño o por el contrario mejorar la nutrición del niño. Por ejemplo, en el caso del consumo de bebidas azucaradas, se ha reportado una asociación con el riesgo de padecer cáncer (7), (41).

Particularmente en nuestro estudio los cuidadores prefieren limitar el consumo de bebidas azucaradas y comidas rápidas para dar contrapeso al cáncer (Figura 1). Debe tenerse en cuenta que dentro de las comidas rápidas puede haber variabilidad en su composición nutricional, hay comidas rápidas en las que una adecuada selección de ingredientes y métodos de cocción pueden ofrecer alternativas saludables en casa, por ello podrían plantearse preparaciones fáciles de elaborar y que sean una opción para la creatividad e innovación en casa o para ocasiones especiales de celebración con los niños.

Ahora bien, la alimentación no inicia desde el momento en que se tiene el alimento en la boca, sino desde el momento mismo en que se pone el plato frente al comensal, dado a que el cerebro siempre necesita una

aprobación visual y olfativa de la comida. Esto es fundamental para definir gustos, determinar la cantidad de la ingesta y contribuye al apetito. Por tanto, debe ser agradable la presentación de un plato, colorida y en lo posible no monótona, en cuanto a ingredientes se refiere, sobre todo para la población pediátrica (24).

Finalmente, se sugiere tener paciencia y perseverancia en el proceso de alimentación de los niños durante y después de su tratamiento. Intervenciones que incluyen la exposición repetida al sabor de alimentos desconocidos o rechazados podrían resultar en estrategias efectivas para promover el gusto de los niños por alimentos previamente rechazados (42). Asimismo, el contacto directo con los alimentos, por ejemplo, a través de la preparación de recetas, podría favorecer las preferencias alimentarias de los niños. Una investigación encontró que el uso de alimentos reales como estímulo produce preferencias gustativas más confiables en niños de 3 a 5 años (43). Por ello, considerando que los niños están en un proceso de recuperación y reconciliación con alimentos que llegaron a rechazar durante su tratamiento, se hace necesario tener un proceso paulatino, paciente y que involucre el contacto directo con los alimentos y su preparación mediante recetas para que se reencuentre y reconcilie con diferentes alimentos y su sabor. Esto implica que debe tenerse especial atención en el diseño de recetas que permitan el uso y reconocimiento

positivo de las frutas y verduras, además de considerar las guías alimentarias que permitan educar sobre el beneficio y consumo diario. Asimismo, debe evitarse el diseño de recetas que tengan textura o apariencia similar a cremas o coladas.

En este aspecto, es importante instruir sobre la selección adecuada de alimentos, la orientación a través del plato saludable de la familia colombiana como ícono de las guías alimentarias y los parámetros que den opciones para la preparación de comidas rápidas de forma saludable y casera.

Con todo esto, para la definición de ingredientes y preparaciones de las recetas se debe tener en cuenta la organización por síntomas, tiempos de comida, además de ofrecer alimentos diversos que consideren la cultura gastronómica colombiana y con diferentes texturas, incluyendo opciones de bebidas.

Ahora bien, es importante que se realice un diseño y desarrollo de propuestas gastronómicas que consideren los múltiples hallazgos reportados en este estudio tales como los conocimientos, actitudes, prácticas, creencias y saberes para dar soluciones que sean efectivas y con mayor oportunidad de utilidad e impacto para las personas, familias y comunidades que transcurren por problemáticas con la alimentación a razón de un cáncer o su tratamiento. En respuesta a ello, producto de esta investigación se ha

diseñado un recetario, que contempló aspectos para el diseño de alimentos o recetas para los niños con cáncer con relación a los hallazgos de las actitudes y prácticas, disponibilidad, acceso y la región, teniendo en cuenta además hallazgos frente a la enfermedad y tratamiento (44).

Conclusiones

Producto de los cambios estructurales y funcionales de aquellos órganos y sistemas involucrados en el proceso de alimentación, condiciones que son temporales relacionadas con la patología oncológica y sus tratamientos específicos, se hace necesario el desarrollar propuestas de alimentación que permitan modular el impacto nutricional negativo además de favorecer el control de estas condiciones que deterioran la calidad de vida de este grupo poblacional.

En el proceso de atención y cuidado de la salud de niños con diagnóstico de cáncer es necesario generar un vínculo entre los profesionales de la salud, la familia y el paciente que permitan aclarar algunos conceptos culturales, mitológicos, económicos, de creencias familiares y regionales relacionados con la nutrición y alimentación del paciente que faciliten el mejoramiento de su salud, considerando también alternativas culinarias y gastronómicas que permitan satisfacer sus necesidades nutricionales de acuerdo con el ciclo vital. No obstante,

se deben ofrecer opciones de alimentación que sean acordes con los síntomas, tanto de la enfermedad misma, como del tratamiento, por ejemplo, disfagia, xerostomía y náuseas, entre otros, todo esto contribuiría a mejorar la salud y por ende la calidad de vida de los pacientes. Entonces es necesaria una intervención que permita que el proceso de nutrición se desarrolle cumpliendo los objetivos terapéuticos con los mismos recursos económicos y nutricionales con los que suelen contar los familiares del paciente. Así mismo, es útil contar con herramientas tales como un recetario apropiado que facilite a los padres y cuidadores la alimentación de sus hijos durante el tratamiento y luego durante el período ambulatorio en casa.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen principalmente a los niños y acudientes que participaron en este estudio, así mismo al personal de los albergues. A los médicos y enfermeras especialistas de las Unidades Funcionales del INC que participaron en los grupos de enfoque. A la Universidad ECCI por financiar este proyecto bajo la convocatoria VIN047 de 2019.

Conflicto de intereses y financiación

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno.

Este trabajo fue financiado por la Universidad ECCI en colaboración con el Instituto Nacional de Cancerología.

Consideraciones éticas

Este proyecto fue aprobado por el Comité de Ética Institucional de la Universidad ECCI en la sesión del 11 de junio 2019 con el acta número 001-2019.

Referencias

1. OMS. Cáncer [Internet]. OMS. 2022 [citado el 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
2. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Bray F, et al. International incidence of childhood cancer, 2001–10: a population-based registry study. *Lancet Oncol* [Internet]. 2017;18(6):719–31. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1470-2045\(17\)30186-9](http://dx.doi.org/10.1016/s1470-2045(17)30186-9)
3. World Health Organization. CureAll framework: WHO global initiative for childhood cancer: increasing access, advancing quality, saving lives. Ginebra, Suiza: World Health Organization; 2021.
4. Lam CG, Howard SC, Bouffet E, Pritchard-Jones K. Science and health for all children with cancer. *Science*. 2019;363(6432):1182–6.
5. Instituto Nacional de Salud. Boletín epidemiológico semanal [Internet]. Boletín epidemiológico semanal. 2021 [citado el 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2021_Boletin_epidemiologico_semana_5.pdf
6. Instituto Nacional de Cancerología. Infografía cáncer en cifras INC 2020 [Internet]. Instituto Nacional de Cancerología. 2021 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.cancer.gov.co/medios-comunicacion-1/infografias/infografias-cancer-cifras-inc-2020>

7. Bravo LE, Muñoz N. Epidemiology of cancer in Colombia. *cm* [Internet]. 2018;49(1):9–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25100/cm.v49i1.3877>
8. Puentes B, Lorena A. Guía de manejo nutricional para los pacientes pediátricos oncológicos hospitalizados en el Hospital Universitario San Ignacio – HUSI. Pontificia Universidad Javeriana; 2019.
9. Narula G, Prasad M, Jatia S, Subramanian PG, Patkar N, Tembhare P, et al. Clinicoepidemiological profiles, clinical practices, and the impact of holistic care interventions on outcomes of pediatric hematolymphoid malignancies - A 7-year audit of the pediatric hematolymphoid disease management group at Tata Memorial Hospital. *Indian J Cancer* [Internet]. 2017 [citado el 28 de septiembre de 2022];54(4):609–15. Disponible en: <https://www.indianjancer.com/article.asp?issn=0019-509X;year=2017;volume=54;issue=4;epage=609;epage=615;aulast=Narula>
10. Ringwald-Smith K, Hobar A, Flowers C, Badgett K, Williams-Hooker R, Roach RR, et al. Comparison of resting energy expenditure assessment in pediatric oncology patients. *Nutr Clin Pract* [Internet]. 2018;33(2):224–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ncp.10002>
11. Ladas EJ. Integrative medicine in childhood cancer. *J Altern Complement Med* [Internet]. 2018;24(9–10):910–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/acm.2018.0224>
12. Damasco-Ávila E, Velasco-Hidalgo L, Zapata-Tarrés M, Cárdenas-Cardos R, Rivera-Luna R. *Bol Med Hosp Infant Mex* [Internet]. 2019;76(3):113–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24875/BMHIM.19000072>
13. Hernando Requejo O, Rubio Rodríguez MC. Nutrition and cancer. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015;32 Suppl 1:67–72. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309243316013.pdf>
14. Bishop S, Reed WM. The provision of enteral nutritional support during definitive chemoradiotherapy in head and neck cancer patients. *J Med Radiat Sci* [Internet]. 2015;62(4):267–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jmrs.132>
15. Zimmermann K, Ammann RA, Kuehni CE, De Geest S, Cignacco E. Malnutrition in pediatric patients with cancer at diagnosis and throughout therapy: A multicenter cohort study: Malnutrition in Pediatric Oncology Patients. *Pediatr Blood Cancer* [Internet]. 2013;60(4):642–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/pbc.24409>
16. Info A, Bravo LE, Collazos; García; Stella L, Correa; et al. Trends of cancer incidence and mortality in Cali, Colombia. 50 years' experience [Internet]. *Org.co*. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v43n4/v43n4a02.pdf>
17. Buamden S. Relación entre la disponibilidad alimentaria y la mortalidad por cáncer colorrectal en América. *Salud Colect* [Internet]. 2018;14(3):579–95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18294/sc.2018.1556>
18. Pfizer.es. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.pfizer.es/docs/pdf/salud/oncoactiva/PFI_ONC_oncoactiva_27.pdf
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines for assessing nutrition-related knowledge, attitudes and practices: KAP manual. Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2014.
20. Pinto Rodríguez A, Zabala Puentes HL. Propuesta turística cultural: recetario gastronómico del municipio de Campoalegre Huila [Internet]. [Bogotá Colombia]: Universitaria Agustiniiana; 2017 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/575/PintoRodriguez-Alejandro-1-2018.pdf?sequence=1>
21. Ríos Ramírez LM, Alemán Díaz JS. Las bebidas tradicionales del altiplano cundiboyacense y su vinculación con el turismo [Internet]. [Bogotá - Colombia]: Universidad Externado de Colombia; 2019 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/1503/1/BAA-spa-2019-Las_bebidas_tradicionales_del_altiplano_cundiboyacense_y_su_vinculacion_con_el_turismo
22. Smith N. Caspiroleta- Ponche -Candil [Internet]. *Mycolombiancocina.com*. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://www.mycolumbiancocina.com/recipes/drinks/434-caspiroleta>

23. Varo Santos M de LÁ. Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de frutos rojos y bebidas elaboradas a partir de ellos [Internet]. [Córdoba - España]: Universidad de Córdoba; 2018 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/17657/2019000001868.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Peña GM. Capítulo IX Soporte Nutricional en el Paciente Oncológico. En: Dieta y cáncer [Internet]. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/soporteNutricional/pdf/cap_09.pdf
25. ICBF. Plato saludable de la familia colombiana [Internet]. 2015 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/manual_facilitadores_gaba.pdf
26. Silva Sarmiento GE. Desnutrición en Colombia - Desde lo social, lo económico y lo político. Programa de educación continua en pediatría - Sociedad Colombiana de Pediatría. 6–19.
27. Realpe Silva FG. Influencia de conocimientos, actitudes y prácticas alimentarias de los cuidadores en el hogar, en el estado nutricional de los niños y niñas en edad preescolar que asisten al Centro de Desarrollo Infantil Arquita de Noé en el período julio – noviembre 2013 [Internet]. [Quito - Ecuador]: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2014 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7520/8>.
28. Olagunju A, Sandewa O. Comparative physicochemical properties and antioxidant activity of dietary soursop milkshake. *Beverages* [Internet]. 2018;4(2):38. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/beverages4020038>
29. Ardila Pinto F, Valoyes E, Melo M. Documento nacional hábitos y prácticas alimentarias [Internet]. 2013 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-336866_archivo_pdf_UNAL_habitos_alimentarios.pdf
30. Robles-Agudo F, Sanz-Segovia F, López-Arrieta JM, Beltrán de la Ascensión M. Alimentación y cáncer. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2005 [citado el 28 de septiembre de 2022];40(3):184–94. Disponible en: <https://medes.com/publication/17124>
31. Wilhelm Sosa KN. Factores que impiden la recuperación nutricional en niños de 6 a 59 meses de edad con desnutrición aguda moderada sin complicaciones en tratamiento con Alimentos Terapéuticos Listos para el Consumo (ATLC) [Internet]. [Guatemala - Guatemala]: Universidad Rafael Landívar; 2014 [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/09/15/Wilhelm-Katherine.pdf>
32. Álvarez-Castaño LS. Los determinantes sociales y económicos de la salud. *Asuntos teóricos y metodológicos implicados en el análisis. Gerenc Políticas Salud* [Internet]. 2014;13(27). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11144/javeriana.rgyys13-27.dses>
33. ICBF. Recuperación Nutricional con Enfoque Comunitario [Internet]. Portal ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/portafolio-de-servicios-icbf/recuperacion-nutricional-con-enfoque-comunitario>
34. Nutrición y crecimiento [Internet]. Unicef.org. [citado el 28 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.unicef.org/colombia/nutricion-y-crecimiento>
35. Goddard E, Cohen J, Bramley L, Wakefield CE, Beck EJ. Dietary intake and diet quality in children receiving treatment for cancer. *Nutr Rev* [Internet]. 2019;77(5):267–77. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/nutrit/nuy069>
36. Patel A, Pathak Y, Patel J, Sutariya V. Role of nutritional factors in pathogenesis of cancer. *Food Qual Saf* [Internet]. 2018;2(1):27–36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/fqsafe/fyx033>
37. Guerdoux-Ninot E, Kilgour RD, Janiszewski C, Jarlier M, Meuric J, Poirée B, et al. Meal context and food preferences in cancer patients: results from a French self-report survey. *Springerplus* [Internet]. 2016;5(1):810. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40064-016-2538-1>
38. Coa KI, Epstein JB, Ettinger D, Jatoi A, McManus K, Platek ME, et al. The impact of cancer treatment on the diets and food preferences of patients receiving outpatient treatment. *Nutr Cancer* [Internet]. 2015;67(2):339–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/01635581.2015.990577>

39. de Vries YC, Winkels RM, van den Berg MMGA, de Graaf C, Kelfkens CS, de Kruif JTCM, et al. Altered food preferences and chemosensory perception during chemotherapy in breast cancer patients: A longitudinal comparison with healthy controls. *Food Qual Prefer* [Internet]. 2018; 63:135–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.09.003>
40. Kim Y-H, Kim GM, Son S, Song M, Park S, Chung HC, et al. Changes in taste and food preferences in breast cancer patients receiving chemotherapy: a pilot study. *Support Care Cancer* [Internet]. 2020;28(3):1265–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00520-019-04924-9>
41. Chazelas E, Srour B, Desmetz E, Kesse-Guyot E, Julia C, Deschamps V, et al. Sugary drink consumption and risk of cancer: results from NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ* [Internet]. 2019;366: l2408. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.l2408>
42. Wardle J, Herrera M-L, Cooke L, Gibson EL. Modifying children's food preferences: the effects of exposure and reward on acceptance of an unfamiliar vegetable. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2003;57(2):341–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601541>
43. Guthrie CA, Rapoport L, Wardle J. Young children's food preferences: a comparison of three modalities of food stimuli. *Appetite* [Internet]. 2000;35(1):73–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1006/appe.2000.0329>
44. Pérez Walteros NA, Uriza Pinzón JP, Ivorra Peñafort JM, Franco JC, Parra Ocampo JF, Rodríguez Delgadillo V, et al. Saboreando la vida [Internet]. Universidad ECCI; 2021 [citado el 29 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.cancer.gov.co/recursos_user/files/libros/archivos/RECETARIO_Saboreando_la_vida.pdf

Identificación de polimorfismos en el gen mieloperoxidasa y su papel en candidiasis vulvovaginal recurrente por *Candida* spp., aisladas de pacientes de Bogotá DC.

Identification of polymorphisms in the myeloperoxidase gene and its role in recurrent vulvovaginal candidiasis due to *Candida* spp., in patients from Bogotá DC.

Sharon Hassbleidy Ochoa¹, Claudia Andrea Cruz², Julián Esteban Muñoz³, Jeanette Navarrete Ospina⁴, Maria Paula Montoya Estrada⁵, Gloria Julieth Rincon González⁶

Resumen

Introducción. La mieloperoxidasa (MPO) es una proteína antimicrobiana presente en los gránulos azurófilos de los neutrófilos, su acción recae cuando se conjuga en el fagosoma con peróxido de hidrógeno, resultando en sustancias tóxicas para los microorganismos fagocitados. Varios autores han descrito que las infecciones vulvovaginales recurrentes por *Candida* spp., tienen relación con la deficiencia primaria de MPO, que es un trastorno autosómico recesivo, por polimorfismos asociados al procesamiento postraduccional o con errores pretraduccionales. **Objetivo.** Identificar la relación que existe entre los dos polimorfismos de la MPO (Y173C-M251T) con una mayor probabilidad de presentar infecciones vulvovaginales. **Materiales y métodos.** Se efectuó una encuesta, donde se recolectaron 27 muestras de sangre a mujeres entre 20-45 años, a las que se realizó cuadro hemático, tinción Wright, tinción de peroxidasa leucocitaria, extracción de ADN, se evaluó cantidad y calidad, se diseñaron los primers por herramientas bioinformáticas y se establecieron las condiciones para estandarizar la PCR convencional, y los productos amplificados se secuenciaron por secuenciación de electroforesis capilar (CES) para identificar los

1. Subred Integral de Servicios de Salud Sur. E.S.E. Hospital el Tunal.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9673-9680>

2. Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1041-9609>

3. Grupo de Estudios en Microbiología Traslacional y Enfermedades Emergentes MICROS, Instituto de Medicina Traslacional, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4495-7077>

4. Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá D.C., Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1935-7125>

5. Semillero Grupo REMA, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6970-7704>

6. Semillero Grupo REMA, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5038-1436>

Correspondencia: candreacruz@unicolmayor.edu.co

polimorfismos de interés. **Resultados.** En ninguna muestra se encontraron los polimorfismos de estudio, sin embargo, se hallaron cambios de nucleótidos en los exones 4 y 6 del fragmento estudiado en dos de las muestras analizadas, indicando que esta región presenta gran variabilidad genética. **Conclusión.** El presente estudio es una primera aproximación en Colombia sobre los polimorfismos del *gen mpo* en aislamientos obtenidos de pacientes con Candidiasis vulvovaginal en la ciudad de Bogotá D.C.

Palabras clave: polimorfismos, deficiencia de mieloperoxidasa, PCR, secuenciación, candidiasis vulvovaginal, *Candida* spp.

Abstract

Introduction. Myeloperoxidase (MPO) is an antimicrobial protein present in the azurophilic granules of neutrophils, its action falls when it is conjugated in the phagosome with hydrogen peroxide, resulting in toxic substances for phagocytosed microorganisms. Several authors have described that recurrent vulvovaginal infections by *Candida* spp., are related to primary MPO deficiency, which is an autosomal recessive disorder, due to polymorphisms associated with posttranslational processing or pre-translational errors. **Objective.** To identify the relationship between the two MPO polymorphisms (Y173C-M251T) with a higher probability of presenting vulvovaginal infection. **Materials and methods.** 27 blood samples were collected from women between 20-45 years old diagnosed with vulvovaginal candidiasis in order to analyze the complete blood count, Wright stain, leukocyte peroxidase stain and perform DNA extraction to assess the quantity and quality of genetic material. Subsequently, primers for the *mpo* gene were designed by bioinformatic tools and the conditions to standardize conventional PCR were established. Amplified products were sequenced by capillary electrophoresis (CES) to identify polymorphisms. **Results.** The polymorphisms of interest were not found in any sample. However, nucleotide changes were found in exons 4 and 6 of the fragment studied in two samples analyzed, indicating that this region may present genetic variability. **Conclusion.** The present study is a first approximation in Colombia on the *mpo* gene polymorphisms from patients with vulvovaginal Candidiasis in Bogotá D.C. Future studies with a more representative number of samples will give us stronger indications of the genetic variability that the *mpo* gene may present.

Keywords: polymorphisms, myeloperoxidase deficiency, PCR, sequencing, vulvovaginal candidiasis, *Candida* spp.

Introducción

La inmunidad innata o natural, es la primera respuesta del sistema inmunitario contra diferentes agentes externos, se compone de barreras como la piel, membranas mucosas, lágrimas, ácido del estómago y células como los macrófagos, células dendríticas, polimorfonucleares (PMN) y células asesinas naturales (NK) (1). Los humanos poseen entre 50-70% de neutrófilos del total de leucocitos, los cuales poseen tres tipos de gránulos, los primarios (Mieloperoxidasa) (2); los secundarios (Lactoferrina y gelatinasa) y los terciarios (Metaloproteínasa 9) (3). En el momento que los neutrófilos fagocitan microbios opsonizados, se forma el fagosoma, y por la NADPH-oxidasa se liberan enzimas, oxígeno y proteínas de los gránulos lisosómicos formando el fagolisosoma, produciendo antimicrobianos como aniones superóxido y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) (4,5).

La MPO es una glicoproteína tetramérica implicada en la producción de diferentes especies reactivas de oxígeno (ROS) y nitrógeno (RNS) (6,7); está constituida por 4 subunidades que forman 2 homodímeros, cada uno con una subunidad α (pesada 58.5 kDa) y una subunidad β (ligera 14 kDa), con un peso total de 130-150 kDa (8,9,10,11); está compuesta por un par de protómeros idénticos unidos covalentemente a través del grupo hemo, y los dos

protómeros unidos por un enlace disulfuro simple, además, existen 4 formas que se denominan compuesto I-III y MPO nativa o férrica (12).

Por lo general, la mayoría de las reacciones de las peroxidasas implican la interacción con oxidantes como el H_2O_2 , ion hipoclorito (OCl^-), ion hipobromito (OBr^-), entre otros. Dependiendo de la disponibilidad de sustrato y el tipo de óxido-reductasas, pasan por un ciclo de peroxidasa para formar el compuesto I, II y III, o un ciclo de halogenación donde se produce únicamente HOCl (13, 14). Se debe tener claro que el producto resultante de la traducción principal se somete a glicosilación co-traducciona en los residuos de asparagina en el retículo endoplasmático rugoso (RER) para generar apoproMPO (10) que tiene la capacidad de formar complejos con chaperonas, después se forma la proMPO y debido a la unión covalentemente de un grupo hemo sale del RER y pasa al gránulo azurófilo, donde finalmente tiene tres modificaciones obteniendo la MPO madura y activa (8,9,10,11).

Según Pahwa *et al* 2022, la deficiencia primaria de MPO se hereda como un trastorno autosómico recesivo; algunos de estos polimorfismos están asociados con el procesamiento postraducciona y otras con defectos pretraduccionales, siendo las más estudiadas los polimorfismos R569W, Y173C, M251T, G501S, R499C y una

delección de 14 bases en el exón 9 (15, 16, 17, 18). Por ende, se conoce que las personas con un polimorfismo en el gen tienen menor actividad de la proteína en sus PMN (19, 20, 21, 22), resultando más susceptibles a las infecciones fúngicas, como es el caso de *Candida albicans* (19).

En cuanto a *Candida albicans*, se sabe que es un hongo dimórfico del filo *Ascomycota* y una de las especies más representativas desde el punto de vista clínico del género *Candida* spp. La candidiasis tiene diferentes manifestaciones clínicas, donde los pacientes pueden presentar desde infecciones cutáneas, a nivel de mucosas hasta alcanzar órganos profundos (23, 24). De estas manifestaciones, la candidiasis invasora representa un porcentaje significativo (cerca del 75%) de las infecciones por hongos en pacientes hospitalizados y su frecuencia varía de acuerdo con el servicio de hospitalización y los factores de riesgo de los pacientes. En Colombia se estima que las infecciones por candidiasis invasiva representan un 75% de las infecciones causadas por hongos en pacientes hospitalizados causando una mortalidad asociada al 78% en el año 2016 (23). Otra manifestación clínica importante de la candidiasis son las infecciones vaginales (25, 26, 27). En este sentido, uno de los cambios bioquímicos que permite la colonización por *Candida* spp., es la variación en la microbiota vaginal que produce ácido láctico y mantiene el pH <4.5 (27, 28), de manera que una

reducción de estos microorganismos puede generar proliferación de la *Candida* spp.

La MPO tiene un papel crítico en la defensa contra este tipo de microorganismos, al participar en la generación de productos oxidativos como el HOCl y el oxígeno, los cuales contribuyen a la muerte de estas levaduras (29). El objetivo de este estudio se basa en analizar los polimorfismos en el gen *mpo*, polimorfismos que no han sido del todo estudiados, y se desconoce la prevalencia y la incidencia actual en Colombia. A partir de lo anterior, se planteó identificar la presencia de dos polimorfismos (Y173C y M251T) del gen *mpo* en mujeres de 20 a 45 años con infecciones vulvovaginales recurrentes por *Candida* spp., en la ciudad de Bogotá D.C.

Materiales y métodos

Recolección de muestras de sangre

Se recolectaron muestras de sangre en tubos con ácido EDTA (Becton Dickinson, New Jersey, NJ, USA) de 15 individuos sexo femenino universitarias interesadas en participar en el estudio a partir de una encuesta virtual realizada en el periodo 2020-2021 y 12 pacientes provenientes del Hospital de tercer nivel El Tunal USS, las cuales presentaban sintomatología de candidiasis vulvovaginal. Este proyecto tiene como

referencia principal las pautas éticas proporcionadas en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia y por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). Como criterios de inclusión de las pacientes con candidiasis vulvovaginal, fueron seleccionadas aquellas que presentarían una edad entre 20 a 45 años, recurrencia de infecciones vulvovaginales por *Candida* spp., (3 o más veces por año), además, se tuvieron en cuenta criterios de exclusión como, no encontrarse en estado de embarazo al momento de la toma de la muestra, no presentar enfermedades de base como diabetes mellitus tipo 2, asma, EPOC, cáncer, hipertensión, inmunodeficiencias o enfermedades cardiovasculares.

Tinción de Wright, Tinción citoquímica de peroxidasa leucocitaria y cuadro hemático

A partir de la sangre total de las muestras recolectadas se hizo el seguimiento de parámetros hematológicos por el equipo Myn-dray BC-3000 plus. Se realizó la tinción de Wright según el protocolo de hematología de la Fundación Hospital de la Misericordia (HOMI). Se usó la técnica Mieloperoxidasa 4-Cloro-1-Naftol, para esto se realizó un frotis de sangre periférica que posteriormente se fijó con etanol formaldehído al 10% por 5 minutos y se realizó la tinción de Wright según los tiempos establecidos.

Extracción de ADN y evaluación de la calidad e integridad

Se realizó la extracción del material genético de cada muestra utilizando el kit Wizard® (Genomic DNA Purification, Promega, TM050, Madison, WI, USA). Por otro lado, por medio de espectrofotometría a 260-280 nm en el equipo UV-Vis (Thermo Scientific™ NanoDrop™ One Microvolume, USA) se determinó la calidad y cantidad de ADN para cada muestra. Adicionalmente, se analizó la integridad del ADN por electroforesis usando gel de agarosa al 0.8 % a 80 voltios por 42 minutos.

Estandarización de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y PCR In silico

Se diseñaron los primers Forward con T_m 69,4°C (3' GTTGTCCAAGTCAAGCG-GCTGC 5') y Reverse con T_m 68,3°C (5' CAGTTGACGCCAGTGACGAAGG 3') para la PCR convencional por NCBI y Thermo Fisher Scientific con el fin de amplificar un segmento de 568 bp abarcando los polimorfismos Y173C y M251T; ambos presentaron una longitud de 22 pb y un porcentaje de GC de 59,09%. Se procedió a realizar la estandarización de la PCR teniendo en cuenta concentraciones de MgCl₂ (3mM, 2.5mM, 2mM y 1.5mM); de primers (0.25 pmolar, 0.2 pmolar y 0.15 pmolar) y cantidad de ADN. Se utilizó el termociclador Axygen® MaxyGene™ II Thermal Cycler

with 96 well block, 110V (USA), y las condiciones de PCR se encuentran en la Tabla 1. Adicionalmente, se realizó una PCR *In silico* por UCSC Genome, luego se analizó el producto de PCR por electroforesis en gel de agarosa al 0.8 % durante 45 minutos a 80 voltios.

Cuantificación de productos de PCR

Por medio de espectrofotometría a 260-280 nm en el equipo (UV-Vis Thermo Scientific™ NanoDrop™ One Microvolume, USA) se cuantificó la cantidad del producto amplificado para cada muestra.

Secuenciación por electroforesis capilar

Se efectuó secuenciación CES en el equipo (96-capillary 3730xl DNA Analyzer-Thermo Fisher, laboratorio Humaning Genomics Macrogen, Seúl, Corea del Sur) de doble hebra a los productos de PCR de las muestras 15 y 17, puesto que, por la recurrencia de las infecciones vulvovaginales, estas podrían presentar una mayor probabilidad de tener un polimorfismo de interés.

Análisis Bioinformático por BLAST, ExPASy y MultAlin

Por medio de programas bioinformáticos como BLAST se procedió a realizar el análisis de secuencias para el *gen mpo* Homo sapiens cromosoma 17 Primary Assem-

bly GRCh38.p14 con el fin de evidenciar la homología entre secuencias y la posible existencia de un polimorfismo. Finalmente, por medio de la herramienta ExPASy y MultAlin se hizo la traducción a lenguaje FASTA y la comparación de la secuencia entre la proteína MPO y las muestras que eran representativas.

Resultados

Tinción de Wright, tinción citoquímica de peroxidasa leucocitaria y cuadro hemático

Para el primer grupo de muestras obtenidas que presentaron hemólisis, no se realizó tinción de Wright, tinción citoquímica de peroxidasa leucocitaria ni cuadro hemático, debido a la presencia de precipitados de colorante y contaminación con bacterias propias de las condiciones de almacenamiento de la muestra. La celularidad y parámetros del cuadro hemático del segundo grupo de muestras fue normal, además, en la tinción citoquímica de peroxidasa leucocitaria no se observó ausencia o deficiencia de la enzima MPO (Figura 1).

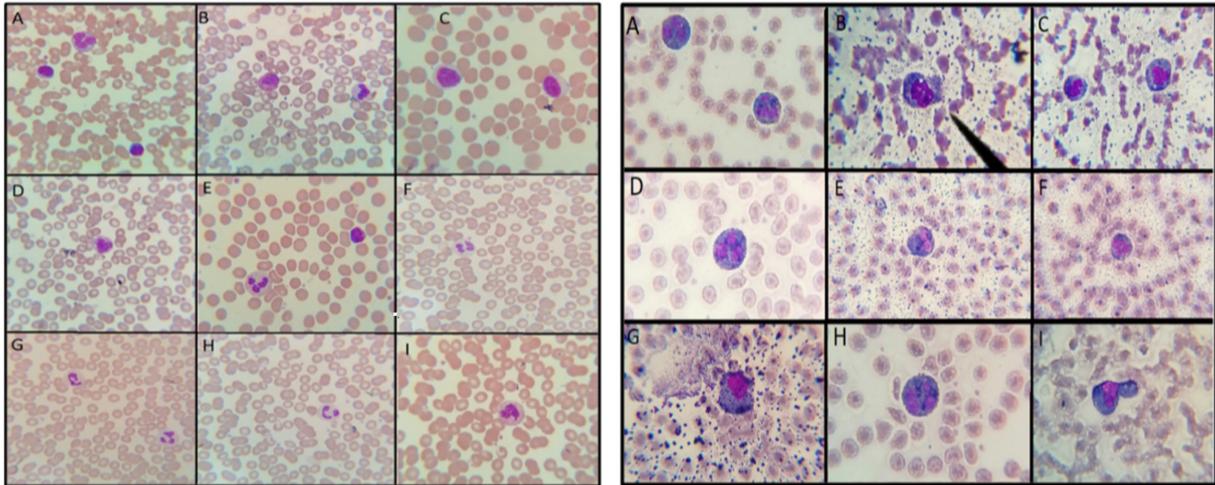


Figura 1. A la izquierda se observa la tinción de Wright muestras de pacientes con CVVR en 40x, a la derecha tinción de peroxidasa leucocitaria de pacientes con CVVR a 100x.

Evaluación de la calidad e integridad del ADN extraído

Una vez realizada la lectura cuantitativa de la calidad del ADN por espectrofotometría a 230, 260 y 280 nm, la mayoría de las muestras obtuvieron una pureza y concentración aceptable. Adicionalmente, por el método de electroforesis en gel de agarosa se observa una banda que representa una muestra íntegra para el proceso de PCR.

PCR In silico y estandarización de la PCR convencional

Inicialmente, haciendo uso de plataformas como NCBI se adquiere la secuencia completa del gen de estudio con intrones y exones, posteriormente se utilizó la plataforma Thermo Fisher Scientific para verificar las características de los primers diseñados para la PCR convencional. Al realizar la

PCR *In silico* por el programa UCSC genome, se comprobó la especificidad para unirse a la region del gen de estudio. Por último, se realizó la PCR convencional con las condiciones definidas a partir de la estandarización, donde se observa una banda más definida cuando se usa MgCl₂ a 3mM, primers de 0,25 pmol, y ADN de 50ng por muestra. Tal como se observa en la Figura 2, se evidencia una banda de 568 pb en la mayoría de las muestras, demostrando que se logró amplificar el fragmento del gen esperado, sin embargo, las muestras que no amplificaron o presentaron una banda con poca intensidad se les realizó una segunda extracción de ADN y posterior PCR.

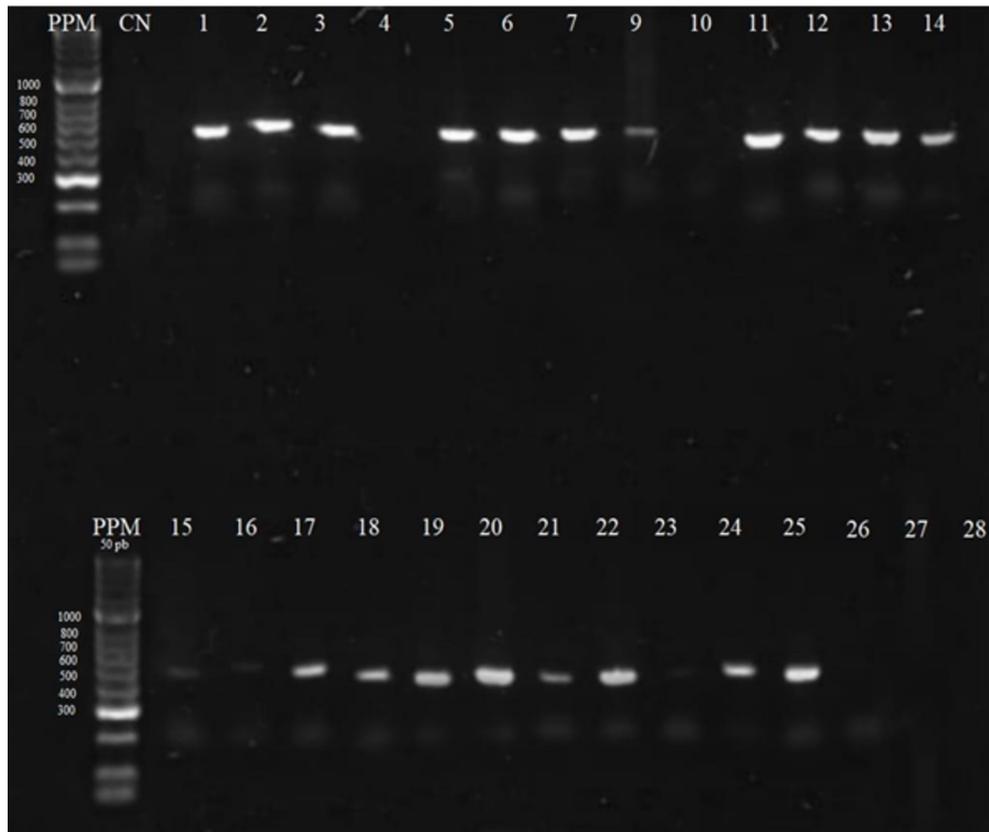


Figura 2. Electroforesis posterior a PCR convencional de las muestras 1-28. PPM (Patrón de Peso Molecular 50 pb) CN (Control negativo) 1-28 Muestras amplificadas. Se evidencia una banda de 568 pb en la mayoría de las muestras, demostrando que se logró amplificar el fragmento del gen esperado; las muestras 15, 16, 23 presentan una banda con poca intensidad lo que indica poca cantidad del gen amplificado, y por ende de ADN, lo cual llevó a realizar una segunda extracción y PCR convencional.

Secuenciación CES y Análisis bioinformático por ExpASy y MultAlin

Se realizó la secuenciación por electroforesis de capilaridad (CES), con la finalidad de comparar la secuencia de 15 muestras con la secuencia del fragmento del *gen mpo* Homo sapiens cromosoma 17 Primary Assembly en NCBI. En general, los polimorfismos buscados para este estudio no se presentaron, sin embargo, los productos de amplificación secuenciados (Muestras 15 y 17) al ser comparados con la secuencia hallada en la base de datos BLAST evi-

denciaron que la muestra 15 (3'-5') presentó un cambio en dos pares de bases, ambos de una citosina (C) → una guanina (G) en las posiciones 1691 y 1692 del gen *mpo* y en la posición 2174 se evidencia la inserción de una G, Figura 3 (A). En la figura 3 (B) correspondiente a la muestra 15 (5'-3') se muestra un cambio en la posición 2112 entre timina (T) → adenina (A), en la posición 2108 carece de una C y en la posición 2106 hay un cambio entre una C → T, además, en la posición 1621 se presenta una inserción de una T.

A Homo sapiens myeloperoxidase precursor (MPO) gene, complete cds

Sequence ID: [AH002972.2](#) Length: 5838 Number of Matches: 1

Range 1: 1687 to 2179 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
894 bits(484)	0.0	491/494(99%)	1/494(0%)	Plus/Plus
Query 47	ATCAGGGGATGTGCAACAACAGGTGCGGCTGGCTGGGGTGGCTGCAGGAACCGGGCTC	106		
Sbjct 1687	ATCAGGGGATGTGCAACAACAGGTGCGGCTGGCTGGGGTGGCTGCAGGAACCGGGCTC	1746		
Query 107	AGAGAGGGCTCCCGGACGCCACAAGCTCCCGGTGTGACGCGCTGTCTCCCTGCAGA	166		
Sbjct 1747	AGAGAGGGCTCCCGGACGCCACAAGCTCCCGGTGTGACGCGCTGTCTCCCTGCAGA	1806		
Query 167	CGCAGCCACGCTGGGGCTCCAACCGTGCCTTTGTGCGTGGCTGCCGGCGGAGTAT	226		
Sbjct 1807	CGCAGCCACGCTGGGGCTCCAACCGTGCCTTTGTGCGTGGCTGCCGGCGGAGTAT	1866		
Query 227	GAGGACGGCTTCTCTTCCCTACGGCTGGACGCCGGGGTCAAGCGCAACGGCTCCCG	286		
Sbjct 1867	GAGGACGGCTTCTCTTCCCTACGGCTGGACGCCGGGGTCAAGCGCAACGGCTCCCG	1926		
Query 287	GTGGCTCTGGTGAAGCGCGCGGCGAGAGGGGGCAGAGCCCGGCCACGCGGTGCGGGAC	346		
Sbjct 1927	GTGGCTCTGGTGAAGCGCGCGGCGAGAGGGGGCAGAGCCCGGCCACGCGGTGCGGGAC	1986		
Query 347	CCAGGCGCAGCTGATCTCGGTGTCCCGCAGGCTCGCGGGTCTCCAACGAGATCGTGGC	406		
Sbjct 1987	CCAGGCGCAGCTGATCTCGGTGTCCCGCAGGCTCGCGGGTCTCCAACGAGATCGTGGC	2046		
Query 407	CTTCCCACTGATCAGCTGACTCCGGACAGGAGCGCTCACTCATGTTTCATGCAATGGGG	466		
Sbjct 2047	CTTCCCACTGATCAGCTGACTCCGGACAGGAGCGCTCACTCATGTTTCATGCAATGGGG	2106		
Query 467	CCAGCTGTTGGACCACGACCTCGACTTACCCCTGAGCCGGCCGGGGCTCCTTCGT	526		
Sbjct 2107	CCAGCTGTTGGACCACGACCTCGACTTACCCCTGAGCCGGCCGGGGCTCCTTCGT	2166		
Query 527	CACTGGCGGTCAAC	540		
Sbjct 2167	CACTGGCGGTCAAC	2179		

B Homo sapiens myeloperoxidase precursor (MPO) gene, complete cds

Sequence ID: [AH002972.2](#) Length: 5838 Number of Matches: 1

Range 1: 1615 to 2115 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
904 bits(489)	0.0	498/502(99%)	2/502(0%)	Plus/Minus
Query 42	AACTGCT-GACCCATTGCATGAACATGAGTGAGCGCTCCTGGTCCGGAGTCAGCTGATCA	100		
Sbjct 2115	AACTGCTGGCCCATTTGCATGAACATGAGTGAGCGCTCCTGGTCCGGAGTCAGCTGATCA	2056		
Query 101	GTGGGAAGCGCACGATCTCGTTGGAGACCGCGGAGCTGCGGGACACGGAGATCAGCT	160		
Sbjct 2055	GTGGGAAGCGCACGATCTCGTTGGAGACCGCGGAGCTGCGGGACACGGAGATCAGCT	1996		
Query 161	GGCGCTGGGTCCGCGCACCCGCTGGCCGGGCTCGCCCTCTGCCCAGCGGCTCAC	220		
Sbjct 1995	GGCGCTGGGTCCGCGCACCCGCTGGCCGGGCTCGCCCTCTGCCCAGCGGCTCAC	1936		
Query 221	CAGAGCCACCGGGAAGCGTTGCGCTTGACCCGGGCGTCCAGCCGTAAGGAAGAGAGAA	280		
Sbjct 1935	CAGAGCCACCGGGAAGCGTTGCGCTTGACCCGGGCGTCCAGCCGTAAGGAAGAGAGAA	1876		
Query 281	GCCGTCTCATACTCCGCGGACGACGACAAAGGCACGGTTGGAGGCCCCAGCGT	340		
Sbjct 1875	GCCGTCTCATACTCCGCGGACGACGACAAAGGCACGGTTGGAGGCCCCAGCGT	1816		
Query 341	GGGGTGCCTGTCAGGGGAGGACAGGGCGTGACACCGGGAGGCTTGTGGCTCCGGGA	400		
Sbjct 1815	GGGGTGCCTGTCAGGGGAGGACAGGGCGTGACACCGGGAGGCTTGTGGCTCCGGGA	1756		
Query 401	CGCCTCTCTGAGCCCGGTTCTGACGACACCCAGCCAGCCGACCTGTTGTTGCACAT	460		
Sbjct 1755	CGCCTCTCTGAGCCCGGTTCTGACGACACCCAGCCAGCCGACCTGTTGTTGCACAT	1696		
Query 461	CCCGGTGATGGTGGGATTTGTCCTGCTCCGGCAAGTACCCCCACGTCCTGGTAGGC	520		
Sbjct 1695	CCCGGTGATGGTGGGATTTGTCCTGCTCCGGCAAGTACCCCCACGTCCTGGTAGGC	1636		
Query 521	GCAGCCGCTTGACTTTGGACAA	542		
Sbjct 1635	GCAGCCGCTTGACTTTGGACAA	1615		

C Homo sapiens myeloperoxidase precursor (MPO) gene, complete cdsSequence ID: [AH002972.2](#) Length: 5838 Number of Matches: 1

Range 1: 1687 to 2180 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) ▲

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
891 bits(482)	0.0	491/495(99%)	1/495(0%)	Plus/Plus
Query 49	ATCACCGTATGTGCAACAACAGTGTGCGGCTGGATGGGGTGGCTGCAGGAACCGGGCT	108		
Sbjct 1687	ATCACCGG-CATGTGCAACAACAGGTGCGGCTGGCTGGGGTGGCTGCAGGAACCGGGCT	1745		
Query 109	CAGAGAGGCGTCCCAGGACGCCACAAGCCTCCCGGTGTGAGCGCCCTGTCTCCCTGCAG	168		
Sbjct 1746	CAGAGAGGCGTCCCAGGACGCCACAAGCCTCCCGGTGTGAGCGCCCTGTCTCCCTGCAG	1805		
Query 169	ACGCAGCCCAAGCTGGGGGCTCAACCGTGCCTTTGTGCGTGGCTGCCGGCGGAGTA	228		
Sbjct 1806	ACGCAGCCCAAGCTGGGGGCTCAACCGTGCCTTTGTGCGTGGCTGCCGGCGGAGTA	1865		
Query 229	TGAGGACGGCTTCTCTTCCCTACGGCTGGACGCCCGGGTCAAGCGAACGGCTTCCC	288		
Sbjct 1866	TGAGGACGGCTTCTCTTCCCTACGGCTGGACGCCCGGGTCAAGCGAACGGCTTCCC	1925		
Query 289	GGTGGCTCTGGTGGCGCCGGCGGGCAGAGGGGGCAGAGCCCGCCACGCGGTGGCGGA	348		
Sbjct 1926	GGTGGCTCTGGTGGCGCCGGCGGGCAGAGGGGGCAGAGCCCGCCACGCGGTGGCGGA	1985		
Query 349	CCCAGGCGCAGCTGATCTCCGTGTCCCGCAGGCTCGCGCGGTCTCCACGAGATCGTGC	408		
Sbjct 1986	CCCAGGCGCAGCTGATCTCCGTGTCCCGCAGGCTCGCGCGGTCTCCACGAGATCGTGC	2045		
Query 409	GCTTCCCCTGATCAGTGTACTCCGGACAGGAGCGCTCACTCATGTTCAATGCAATGGG	468		
Sbjct 2046	GCTTCCCCTGATCAGTGTACTCCGGACAGGAGCGCTCACTCATGTTCAATGCAATGGG	2105		
Query 469	GCCAGCTGTGGACCACGACCTCGACTTACCCCTGAGCCGGCCGCCGGGCTCCTTCG	528		
Sbjct 2106	GCCAGCTGTGGACCACGACCTCGACTTACCCCTGAGCCGGCCGCCGGGCTCCTTCG	2165		
Query 529	TCACTGGCGTCAACT	543		
Sbjct 2166	TCACTGGCGTCAACT	2180		

D Homo sapiens myeloperoxidase precursor (MPO) gene, complete cdsSequence ID: [AH002972.2](#) Length: 5838 Number of Matches: 1

Range 1: 1614 to 2110 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) ▲

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
889 bits(481)	0.0	492/497(99%)	2/497(0%)	Plus/Minus
Query 45	CTGG-CCCATTGCATAGACATGAGTGA-CGCTCTGGTCCGAAGTCAAGTCAAGTGGG	102		
Sbjct 2110	CTGGCCCATTGCATGAAATGAGTGAAGCTCTGGTCCGAGTCAAGTCAAGTGGG	2051		
Query 103	GAAGCGCAGATCTCGTTGGAGACCGCGGAGCCTGCGGGACACGGAGTCAAGTGGCGC	162		
Sbjct 2050	GAAGCGCAGATCTCGTTGGAGACCGCGGAGCCTGCGGGACACGGAGTCAAGTGGCGC	1991		
Query 163	CTGGTCCGCGCACCGCTGGCCGGGCTCGCCCCCTGCCCCCGCGCGCTCACCAGAG	222		
Sbjct 1990	CTGGTCCGCGCACCGCTGGCCGGGCTCGCCCCCTGCCCCCGCGCGCTCACCAGAG	1931		
Query 223	CCACCGGGAAGCGTTGCGCTTGACCCCGGGCGTCCAGCCGTAGGGAAGAGAGAAGCGT	282		
Sbjct 1930	CCACCGGGAAGCGTTGCGCTTGACCCCGGGCGTCCAGCCGTAGGGAAGAGAGAAGCGT	1871		
Query 283	CCTACATCCCGCGGACGCGCACAAAGGACGGTTGGAGGCCCCAGCGTGGGGC	342		
Sbjct 1870	CCTACATCCCGCGGACGCGCACAAAGGACGGTTGGAGGCCCCAGCGTGGGGC	1811		
Query 343	TGCGTCTGAGGGGAGGACAGGGCGCTGACACCGGGAGGCTTGTGGCTCCGGGACGCT	402		
Sbjct 1810	TGCGTCTGAGGGGAGGACAGGGCGCTGACACCGGGAGGCTTGTGGCTCCGGGACGCT	1751		
Query 403	CTCTGAGCCCGGTTCTGACGCCACCCCAAGCCAGCCGACCTGTTGTTGCATCCCGG	462		
Sbjct 1750	CTCTGAGCCCGGTTCTGACGCCACCCCAAGCCAGCCGACCTGTTGTTGCATCCCGG	1691		
Query 463	TGATGGTGGGATTTGCTCTGCTCCGGGCAAGTCAACCCACGCTCGTGGTAGGCGCAGC	522		
Sbjct 1690	TGATGGTGGGATTTGCTCTGCTCCGGGCAAGTCAACCCACGCTCGTGGTAGGCGCAGC	1631		
Query 523	CGCTTGACTTGGACAAC	539		
Sbjct 1630	CGCTTGACTTGGACAAC	1614		

Figura 3. Query: Secuencia *gen mpo* en base de datos NCBI, Sbjct: Muestras alineadas. A. Alineamiento de la muestra 15 (3²-5³) con el *gen mpo* analizado por el programa BLAST B. Alineamiento de la muestra 15 (5²-3³) con el *gen mpo* analizado por el programa BLAST. C. Alineamiento de la muestra 17 (3²-5³) con el *gen* analizado por el programa BLAST. D. Alineamiento de la muestra 17 (5²-3³) con el *gen mpo* analizado por el programa BLAST.

Para la Figura 3 (C) correspondiente a la muestra 17 (3'-5') se evidencian dos cambios en la posición 1694 y 1695, una inserción de una T y seguidamente un cambio de una G → T, en la posición 1708 hay un cambio de una adenina A → T, finalmente, en un intrón existe un cambio de C → A en la posición 1720. Por otro lado, en la Figura 3 (D) correspondiente a la muestra 17-2 (5'-3') se evidencia que en la posición 2106 hace falta una C, también hay dos cambios en las posiciones 2094 y 2093, donde una G → A y luego una A → G respectivamente, además, hace falta una G en la posición 2083, por último, en la posición 2069 existe un cambio de una G → A. Adicionalmente, se compararon los polimorfismos anteriormente mencionados de las muestras 15 y 17 en la base de datos NCBI determinando que aún no se encuentra ninguno de los descritos en la literatura.

Al comparar los extremos del fragmento de ADN secuenciado y traducido para cada muestra con la proteína MPO, existe una limitada longitud de los fragmentos analizados y escasa similitud observada al inicio y al final de esta, por lo que, las variaciones encontradas principalmente en los extremos no podrían corroborarse como un cambio significativo de aminoácidos.

Discusión

Las especies de *Candida* spp., hacen parte de la microbiota vaginal, sin embargo, pue-

den llegar a ser agentes causantes de infecciones vaginales, como candidiasis vulvovaginal (CVV); esta micosis afecta al 75% de las mujeres en edad fértil y el 9% de esta proporción presenta episodios de candidiasis vulvovaginal recurrente (CVVR) (30), de manera que, al activarse el complemento y la fagocitosis, los macrófagos la reconocen las levaduras y liberan sustancias como lisozimas, colagenasas, hidrolasas ácidas, óxido nítrico, H₂O₂, superóxido, radicales hidroxilo, entre otros; mientras que diferentes células incrementan la respuesta contra el patógeno (31, 19).

Se ha reportado que el polimorfismo R569W evidencia un cambio en la secuencia de aminoácidos que da como resultado la detención en la maduración de la enzima, quedando en la forma apoproMPO; mientras que, los polimorfismos proximales a la histidina en la posición 502, es decir, R499C y G501S se encuentran en individuos con deficiencia completa de MPO, ya que la histidina está involucrada con la unión del grupo hemo. Finalmente, en el polimorfismo Y173C, las chaperonas calreticulina y calnexina reconocen la apoproMPO mal plegada en el RE, y por ende se degrada en el proteasoma lo que conlleva a una deficiencia de MPO.

De las coloraciones de Wright y la tinción citoquímica de peroxidasa leucocitaria, se infiere que existe normalidad en cada parámetros analizados, de manera que las

mujeres que participaron en este grupo cuentan con un recuento de PMN dentro del intervalo biológico de referencia (45-65%), evidenciando, que presentan un sistema inmune óptimo para la defensa de diversos patógenos, entre ellos, *Candida* spp., de acuerdo con la literatura, la deficiencia de MPO se relaciona con una mayor probabilidad de presentar neutropenia y por ende ser más susceptibles a presentar infecciones por levaduras (31).

Respecto a la tinción citoquímica de MPO, cabe resaltar que es un método cualitativo, fácil, rápido y económico para demostrar la presencia de la enzima MPO en neutrófilos, sin embargo, es posible que no sea totalmente funcional, por eso mismo, se recomienda realizar estudios con otras técnicas cuantitativas que permitan estimar la cantidad de enzima funcional presente, como en los estudios realizados por Kitahara M *et al* (32) y Romano M *et al* (33), en los cuales se cuantifica la actividad de la peroxidasa para corroborar la deficiencia de la MPO.

Por otro lado, se logró estandarizar la técnica de PCR convencional para la amplificación del *gen mpo*, para esto se realizaron titulaciones de primers, MgCl₂ y ADN. Se determinó una concentración de 50 ng/μl de ADN, una concentración de MgCl₂ de 3 mM, y una concentración de primers de 0,25 pmol. La T_m establecida para realizar la hibridación fue de 66°C según las indicaciones de la casa comercial donde se sinte-

tizaron los primers. En el caso de la CES, la secuenciación para las muestras 15 y 17 mostraron poco ruido de fondo en las gráficas y alta resolución; estas fueron evaluadas mediante análisis bioinformático por alineamiento, donde cada una presentó homología entre un 99-100%; no obstante, se encontraron varios polimorfismos en ambas cadenas de las muestras, al comparar estos polimorfismos con los presentados en la literatura, estos no han sido reportados.

Los polimorfismos hallados en la región del gen estudiado se encontraban en los exones 4 y 6, evidenciando gran variabilidad genética en la región analizada, lo que a futuro conlleva a estudiar diversas regiones del *gen mpo* con el objetivo de determinar la presencia de otros polimorfismos que puedan estar involucrados en la alteración de la enzima en estudio; puesto que los encontrados son representativos pudiendo modificar el mecanismo de acción de la proteína, sin embargo, queda la inquietud si alguno de estos polimorfismos tiene repercusión en la funcionalidad y deficiencia de la enzima MPO. También es importante mencionar que el alineamiento por el programa MultAlin evidencia principalmente que los cambios de interés de la proteína de referencia no alcanzan a estar dentro del rango de secuencia de las muestras analizadas.

Respecto a los polimorfismos de importancia para el estudio, se destaca que ninguno se relaciona con las muestras secuenciadas,

y, por ende, no se puede relacionar con la CVVR en las muestras de estudio, dando paso a nuevos estudios que involucren un número diverso de muestras de pacientes con CVVR. Según la literatura, la frecuencia de estos polimorfismos es baja, además, que en el país no se tienen registros de su estudio y prevalencia, siendo representativo como una primera aproximación en Colombia y se presenta como una posible herramienta en el estudio de la deficiencia relacionada con estos polimorfismos del *gen mpo* relacionados con este tipo de infecciones.

Agradecimientos

Al grupo REMA de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y al Semillero de investigación REMA, por permitirnos llevar a cabo el estudio.

Referencias

1. Marshall JS, Warrington R, Watson W, Kim HL. An introduction to immunology and immunopathology. *Allergy Asthma Clin Immunol* 2018, 14(Suppl 2):49 <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0278-1>.
2. Van Der Veen BS, De Winther MPJ, Heeringa P. Myeloperoxidase: Molecular mechanisms of action and their relevance to human health and disease. *Antioxidants Redox Signal*. 2009;11(11):2899–937.
3. Kolaczowska E, Kubes P. Neutrophil recruitment and function in health and inflammation. *Nat Rev Immunol* (Internet). 2013;13(3):159–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/nri3399>
4. Nauseef WM. How human neutrophils kill and degrade microbes: An integrated view. *Immunol Rev*. 2007;219(1):88–102.
5. Vélez G, Rocha Y, Arias A, López J. Función del sistema NADPH oxidasa en la formación de trampas extracelulares de los neutrófilos (NETs). *Rev Cuba Hematol Inmunol y Hemoter*. 2016;32(1):43–56.
6. Rutkowski R, Pancewicz S, Rutkowski K, Rutkowska J. (Reactive oxygen and nitrogen species in inflammatory process). *Pol Merkur Lek*. 2007;134:131–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18044345/>
7. Freeman TA, Parvizi J, Della Valle CJ, Steinbeck MJ. Reactive oxygen and nitrogen species induce protein and DNA modifications driving arthrofibrosis following total knee arthroplasty. *Fibrogenes Tissue Repair*. 2009;2(1):1–11.
8. Nauseef WM. Biosynthesis of human myeloperoxidase. *Arch Biochem Biophys*. 2018;642:1–9. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.02.001>
9. Rizo-Téllez, SA, Sekheri M, Filep JG. Myeloperoxidase: Regulation of Neutrophil Function and Target for Therapy. *Antioxidants* 2022, 11, 2302. <https://doi.org/10.3390/antiox11112302>.
10. Zhu J De. Myeloidcell-lineage and premyelocytic-stage-specific- expression of the mouse myeloperoxidase gene is controlled at initiation as well as elongation levels of transcription. *Cell Res*. 1999;9(2):107–34.
11. Fiedler TJ, Davey CA, Fenna RE. X-ray crystal structure and characterization of halide-binding sites of human myeloperoxidase at 1.8 Å resolution. *J Biol Chem*. 2000;275(16):11964–71.
12. García Morales OH, Roche NP, Flores Sánchez RM. Enzimas generadoras de especies reactivas del oxígeno: Mieloperoxidasa. *Rev Cuba Investig Biomed*. 1998;17(3):190–7.
13. Flemmig J, Remmler J, Röhring F, Arnhold J. Epicatechin regenerates the chlorinating activity of myeloperoxidase in vitro and in neutrophil granulocytes. *J Inorg Biochem*. 2014;130(1):84–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2013.10.002>
14. Willems HME, Ahmed SS, Liu J, Xu Z, Peters BM. Vulvovaginal candidiasis: A current understanding and burning questions. *J Fungi*. 2020;6(1).

15. Pahwa R, Modi P, Jialal I. Myeloperoxidase Deficiency. StatPearls. 2022 Aug 1; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470278/>
16. DeLeo FR, Goedken M, McCormick SJ, Nauseef WM. A novel form of hereditary myeloperoxidase deficiency linked to endoplasmic reticulum/proteasome degradation. *J Clin Invest.* 1998;101(12):2900–9.
17. Aratani Y, Kura F, Watanabe H, Akagawa H, Takano Y, Suzuki K, *et al.* Critical role of myeloperoxidase and nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-oxidase in high-burden systemic infection of mice with *Candida albicans*. *J Infect Dis.* 2002;185(12):1833–7.
18. Aratani Y, Kura F, Watanabe H, Akagawa H, Takano Y, Suzuki K, *et al.* Relative contributions of myeloperoxidase and NADPH-oxidase to the early host defense against pulmonary infections with *Candida albicans* and *Aspergillus fumigatus*. *Med Mycol.* 2002;40(6):557–63.
19. Odobasic D, Kitching AR, Holdsworth SR. Neutrophil-mediated regulation of innate and adaptive immunity: The role of myeloperoxidase. *J Immunol Res;* 2016.
20. Kutter D, Devaquet P, Vanderstocken G, Paulus JM, Marchal V, Gothot A. Consequences of total and subtotal myeloperoxidase deficiency: Risk or benefit? *Acta Haematol.* 2000;104(1):10–5.
21. Kutter D. Prevalence of myeloperoxidase deficiency: Population studies using Bayer-Technicon automated hematology. *J Mol Med.* 1998;76(10):669–75.
22. Zielinska-Jencylik J, Sypula A, Budko E, Rzadzowska-Bodalska H. Interferonogenic and antiviral effect of extracts from *Erodium cicutarium*. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz).* 1987;35(2):211–20.
23. Cortés JA, Ruiz JF, Melgarejo-Moreno LN, Lemos EV. Candidemia in Colombia. *Biomédica.* Marzo de 2020;40(1):195–207
24. Pappas PG, Lionakis MS, Arendrup MC, Ostrosky-Zeichner L, Kullberg BJ. Invasive candidiasis. *Nature Reviews Disease Primers.* Mayo de 2018;4(1):1–20)
25. Rosati D, Bruno M, Jaeger M, Ten Oever J, Netea MG. Recurrent vulvovaginal candidiasis: An immunological perspective. *Microorganisms.* 2020;8(2):1–14.
26. Sobel JD. Vulvovaginal candidosis. *Lancet.* 2007;369 (9577):1961–71.
27. Kalia N, Singh J, Kaur M. Microbiota in vaginal health and pathogenesis of recurrent vulvovaginal infections: A critical review. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2020;19(1):1–19. <https://doi.org/10.1186/s12941-020-0347-4>
28. Aldunate M, Srbinovski D, Hearps AC, Latham CF, Ramsland PA, Gugasyan R, *et al.* Antimicrobial and immune modulatory effects of lactic acid and short chain fatty acids produced by vaginal microbiota associated with eubiosis and bacterial vaginosis. *Front Physiol.* 2015;6:1–23.
29. Jacobsen ID, Hube B. *Candida albicans* morphology: still in focus. *Expert Rev Anti Infect Ther (Internet).* 2017;15(4):327–30. <http://dx.doi.org/10.1080/14787210.2017.1290524>
30. Kwak W, Han YH, Seol D, Kim H, Ahn H, Jeong M, *et al.* Complete Genome of *Lactobacillus iners* KY Using Flongle Provides Insight Into the Genetic Background of Optimal Adaption to Vaginal Ecniche. *Front Microbiol.* 2020;11(May):1–10.
31. Nauseef WM. Myeloperoxidase in human neutrophil host defence. *Cell Microbiol.* 2014;16(8):1146–55.
32. Kitahara M, Eyre HJ, Simonian Y, Atkin CL, Hasstedt SJ. Hereditary Myeloperoxidase Deficiency. *Blood.* 1981 May 1;57(5):888–93.
33. Romano M, Dri P, Dadalt L, Patriarca P, Baralle FE. Biochemical and Molecular Characterization of Hereditary Myeloperoxidase Deficiency. *Blood.* 1997 Nov 15;90(10):4126–34.

Epidermólisis Bullosa: desafíos médicos, físicos y emocionales

Epidermolysis Bullosa: medical, physical and emotional challenges

Rubinsten Hernández Barbosa¹, Kareen Adriana Peña Martínez², Angie Tatiana Fontecha Puerto³

Resumen

Introducción. La Epidermólisis Bullosa también conocida como “Piel de mariposa”, es una enfermedad autoinmune “rara y huérfana” que afecta la estructura genética de la epidermis, causa la formación de ampollas y retracciones en la piel. Las personas que la padecen, la mayoría de las veces, sufren de rechazo y aislamiento. **Objetivo.** Diseñar una cartilla informativa sobre la Epidermólisis Bullosa para la comunidad educativa de educación básica del departamento de Boyacá. **Materiales y métodos.** Estudio de enfoque cualitativo, de carácter descriptivo, interpretativo y analítico que siguió los parámetros de las revisiones sistemáticas de PRISMA (2020). Se desarrolló en 3 etapas. 1. Búsqueda bibliográfica en bases de datos de acceso libre como Scielo, Scopus, Dialnet y Redalyc, entre otras, con ecuaciones de búsqueda. 2. Sistematización de más 70 artículos. 3. Selección de información para el cumplimiento del objetivo. **Resultados.** Las investigaciones buscan formas para aliviar los síntomas y prevenir complicaciones. Para su tratamiento es necesario un enfoque multidisciplinario que cobija a dermatólogos, psicólogos, fisioterapeutas y nutricionistas, entre otros profesionales de la salud, como también de la educación, para abordar los desafíos físicos y emocionales que enfrentan los pacientes, especialmente en los primeros años. **Conclusiones.** Lo retos se enfocan al diagnóstico temprano, aspecto fundamental para el inicio del tratamiento; y a estrategias sanitarias orientadas al cuidado y control de la enfermedad. Es necesario que las comunidades escolares se informen, no estigmaticen y aislen a quienes la padecen; desde los aspectos psicológicos, es fundamental un acompañamiento tanto a los afectados como a sus familias.

Palabras clave: ampolla, epidermis, epidermólisis bullosa, piel de mariposa, úlceras.

1. Docente Investigador. Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5595-5344>

2. Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4254-3618>

3. Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0039-7347>

Correspondencia: rubinsten.hernandez@uptc.edu.co

► <https://doi.org/10.22490/24629448.8200>

Recibido: 30/01/2024
Aceptado: 23/02/2024

Abstract

Introduction. Epidermolysis Bullosa, also known as “Butterfly Skin”, is a “rare and orphan” autoimmune disease that affects the genetic structure of the epidermis, causing the formation of blisters and skin retractions. People who suffer from it, most of the time, suffer from rejection and isolation. **Objective.** Design an information booklet on Epidermolysis Bullosa for the basic education educational community of the department of Boyacá. **Materials and methods.** Qualitative approach study, descriptive, interpretive and analytical in nature that followed the parameters of the PRISMA (2020) systematic reviews. It was developed in 3 stages. 1. Bibliographic search in open access databases such as Scielo, Scopus, Dialnet and Redalyc, among others, with search equations. 2. Systematization of more than 70 articles. 3. Selection of information to fulfill the objective. **Results.** Research seeks ways to relieve symptoms and prevent complications. For its treatment, a multidisciplinary approach is necessary that includes dermatologists, psychologists, physiotherapists and nutritionists, among other health professionals, as well as education, to address the physical and emotional challenges that patients face, especially in the early years. **Conclusions.** The challenges focus on early diagnosis, a fundamental aspect for the initiation of treatment; and health strategies aimed at the care and control of the disease. It is necessary for school communities to inform themselves, not to stigmatize and isolate those who suffer from it; From the psychological aspects, support for both those affected and their families is essential.

Keywords: blister, epidermis, epidermolysis bullosa, butterfly skin, ulcers.

Introducción

La Epidermolísis Bullosa (EB) conocida como “Piel de mariposa”, es una enfermedad “rara y huérfana” que afecta la estructura genética de la epidermis, causa la formación de ampollas y erosiones, inicialmente esta enfermedad la definió y clasificó Pearson en 1962, basándose en el

estudio de enfermedades ampollas hereditarias, mediante el uso del microscopio electrónico (1). Esta patología se caracteriza por una extrema fragilidad cutánea, en la que la piel es altamente susceptible a lesiones y traumatismos, incluso ante la más mínima fricción (2).

Aunque no existe cura, el tratamiento se enfoca en aliviar los síntomas y prevenir complicaciones, de esta manera los cuidados de la piel son fundamentales; se usan vendajes especiales y apósitos protectores para minimizar el daño y favorecer la cicatrización de las heridas. Para su manejo y tratamiento se requiere un enfoque multidisciplinario que cobija a dermatólogos, psicólogos, fisioterapeutas y nutricionistas, entre otros profesionales de la salud, para abordar los desafíos físicos y emocionales que enfrentan los pacientes con EB (3).

Por otro lado, es importante señalar que la falta de comprensión y conocimiento de la EB puede dar lugar a la estigmatización y aislamiento de los pacientes, así como a dificultades en el diagnóstico temprano y el acceso a los servicios médicos que son necesarios en estos casos. Por ello, la divulgación de información precisa y actualizada acerca de la EB es esencial para fomentar la empatía y la solidaridad hacia quienes la padecen, así como para impulsar la investigación y el desarrollo de tratamientos más eficaces. Adicionalmente, es posible fomentar un mayor apoyo a nivel comunitario y promover una atención integral hacia los pacientes y sus familias, pues éstas también son altamente afectadas en diversos ámbitos: económicos, sociales y emocionales, especialmente (4).

Para una mejor organización y comprensión del tema, el texto parte de las caracterís-

ticas generales de EB, luego se describen los síntomas, los tipos, el pronóstico, el diagnóstico, las clases de valoración para el tratamiento; se describen aspectos relacionados con el impacto en la calidad de vida de los pacientes y sus familias; finalmente se exponen algunos aspectos que los autores consideran importantes retos, desde el campo médico, educativo, así como aspectos de orden psicológico y emocional.

Materiales y métodos

Se describe un estudio cualitativo, de carácter descriptivo, interpretativo y analítico que siguió los parámetros de las revisiones sistemáticas de PRISMA (5). Se desarrolló en 5 etapas. 1. La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos de acceso libre como Scielo, Scopus, Dialnet y Redalyc, entre otras, con ecuaciones de búsqueda. Se identificaron más de 70 artículos, que fueron organizados de acuerdo con el aspecto establecido que respondiera al cumplimiento del objetivo de la revisión. 2. Se construyó una matriz en Excel con datos como tipo de artículo, nombre del documento, fecha de publicación, autores, resumen, palabras clave y aspecto de la EB de interés. Para los casos de los artículos producto de investigación y/o experiencia se tuvo presente la metodología implementada. 3. Análisis de la información. Se hizo teniendo presente las etapas propuestas por Bardín (6). a. El pre-análisis, que abarca la organización de

la información en Excel; b. El aprovechamiento del material, que responde directamente al uso y a la selección de la información según propósitos. c. El tratamiento de los resultados. Es importante, como dice Hernández (7), que los diversos tipos de datos escogidos, cualitativos y/o cuantitativos, comuniquen y respondan a responder diversos tipos de preguntas, para ello se requiere, desde la lectura crítica, procesos de inferencia e interpretación; para que como indica Ruiz (8), el estudio cumpla con ser sistemático, objetivo, replicable y válido.

Resultados

A continuación se describen los aspectos que fueron considerados para cada una de las categorías de búsqueda, y que son la base para la elaboración de una cartilla sobre le EB dirigida a las comunidades educativas de Educación Básica del Departamento de Boyacá⁴.

Características generales

La EB, también conocida como “piel de mariposa” es una enfermedad huérfana, se identifica como un grupo heterogéneo de trastornos hereditarios caracterizado por un aumento de la fragilidad mucocutánea, con

la aparición de ampollas de forma espontánea, considerándose como una enfermedad rara (9). Aunque no se conoce bien el origen de esta enfermedad, en algunos exámenes y observaciones se suele considerar como una patología hereditaria (10). Forma parte de un grupo heterogéneo de enfermedades mecanobulosas que se caracterizan por presentar diversos grados de fragilidad de la piel, causada por mutaciones que afectan a las proteínas estructurales de la piel, ya que se encuentran incompletas o ausentes unas proteínas que fijan las capas de colágeno en la piel y las mucosas (11).

Como consecuencia se originan ampollas y vejigas, que con mínimos roces de fricción o traumatismos, y dependiendo de su localización, pueden generar una afectación variable de otros órganos del cuerpo. La gravedad de la patología puede ir desde la aparición de ampollas hasta la muerte en la infancia temprana debido a la combinación devastadora de ampollas y cicatrización anormal en algunas regiones de la piel (12). Vale la pena mencionar que la piel está formada por varias capas unidas entre sí por fibras proteicas de colágeno. En la EB estas fibras vinculantes no funcionan eficazmente, por lo que las capas de piel se pueden separar más fácil, y formar espacios que se llenan de un líquido rico en proteínas que da origen a una ampolla (13). La figura 1 representa la formación de ampollas.

4. La sistematización de la información, y de la que forma parte este texto, es parte de un proyecto de investigación orientado a diseñar una cartilla informativa sobre la enfermedad objeto de esta revisión.

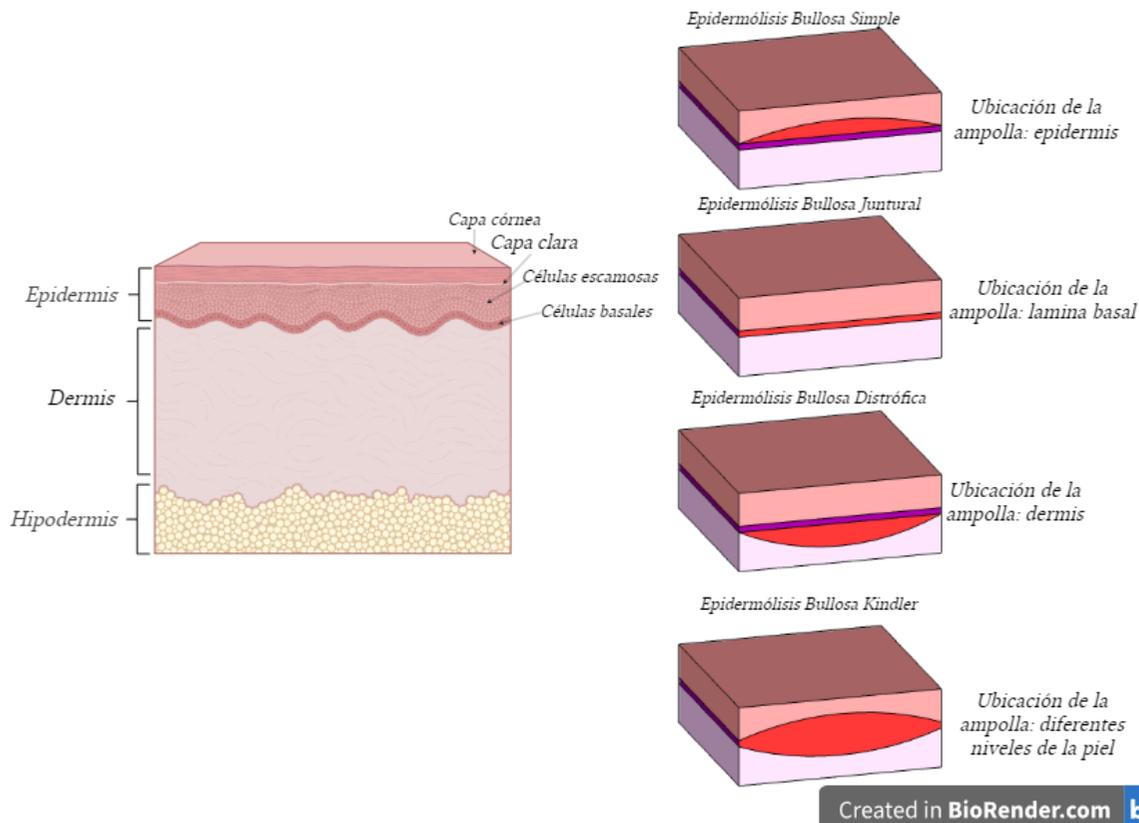


Figura 1. Estructura de la piel y formación de las ampollas en EB. Realizado con Biorender, autoría propia. En el lado izquierdo de la imagen se representa la estructura de la piel, y en el derecho, los niveles principales donde ocurre la formación de la ampolla según el tipo de EB. **Fuente:** autores.

En Colombia, la fundación DEBRA (Organización Gubernamental, sin Ánimo de Lucro) apoya a los pacientes que sufren EB, conocida también como Piel de Mariposa o Piel de Cristal, por su fragilidad (6). Según esta organización, para el año 2021 se atendieron 52 pacientes, de los 300 posibles casos nacionales. Estos reportes de caso subrayan que los antecedentes familiares no son factores de riesgo marcados para desarrollar la enfermedad, como sí lo indican los casos reportados internacionalmente, que para este mismo año se estimó que aproximadamente 500.000 personas en todo el mundo son portadoras de EB.

No se cuenta con datos para todos los países, por ejemplo, en Estados Unidos la prevalencia de EB en la población es de 11,1 por 1.000.000 y su incidencia es de 19,6 casos por 1.000.000 de nacidos vivos. En Brasil, no existe una dimensión concreta sobre los datos epidemiológicos de la EB, ya que es una condición rara y no forma parte de la lista de enfermedades (14). Para el 2023, esta organización en Colombia informa que tiene 75 pacientes registrados que residen en poblaciones apartadas de las capitales y desde 2009 ha acompañado a 120 personas con esta condición, también es importante mencionar

que por ser una patología de bajo conocimiento, se considera que existe un importante subregistro en el país (15).

Síntomas

La EB se caracteriza por presentar diversos síntomas, que varían según el tipo de EB que el paciente padezca, adicional a ello, es importante señalar que, en la mayoría de las ocasiones, los síntomas se hacen notar en el primer año de vida. Según Laimer *et al* (16), la característica principal de esta patología se encuentra en que los pacientes presentan una piel bastante frágil, por lo cual, se puede denotar irritación y enrojecimientos en cualquier zona del cuerpo, donde las palmas de las manos y las plantas de los pies son los sitios más frecuentes, teniendo en cuenta su alta exposición al contacto frecuente, ya sea por la vestimenta (calzado) o por la alta manipulación (en el caso de las manos).

Vázquez *et al* (17) indica que otro síntoma claro de la patología en mención es la fácil formación de ampollas, las cuales inclusive pueden aparecer aun sin el antecedente de un roce o lesión, y formarse según el tipo de EB, de manera interna en órganos como boca, garganta, esófago e intestinos. Por otra parte, la formación de ampollas, que si bien es cierto es el síntoma más claro, no es el único que puede llegar a presentar las personas con dicha patología, pues, debido a que la piel de estas personas es tan frágil,

son propensas a la formación de lesiones cutáneas (llagas) en las cuales se pueden presentar graves infecciones (18).

Tipos de epidermólisis bullosa

A nivel mundial, se reconocen más de 30 subtipos de esta patología que están clasificados en cuatro grandes categorías según el nivel de aparición de las ampollas en la piel y sus características clínicas y moleculares: EB simple, EB de unión, EB distrófica y síndrome de Kindler (19), como se muestra en la figura 1 para cada una de las categorías se tienen ciertas características que las definen. Esta clasificación depende de la proteína afectada dentro de la unión dermoepidérmica, por ejemplo: la epidermólisis ampollosa simple, que es la más común, se presenta entre el 75-85% de los casos. En estos cuatro tipos de EB, se reconoce también una subclasificación de aspectos clínicos y moleculares de al menos 30 subtipos existentes (20).

En cuanto a la EB simple, se conoce como intraepidérmica con un patrón de herencia autosómica dominante (AD) y autosómica recesiva (AR), se evidencia una alteración de proteínas según su gen causal. En este subtipo las ampollas de los pacientes se localizan en las células basales de la epidermis. Las ampollas suelen localizarse con mayor frecuencia en los pies y curarse sin dejar lesiones (21). La EB simple se distingue por la formación de

ampollas intraepidérmicas o superficiales de predominio en las extremidades, suele iniciar a edades tempranas, pocas veces dejan cicatriz y no afectan de manera importante la calidad de vida (22).

La EB juntural es intralámina lúcida (membrana basal) con un patrón de herencia autosómica recesiva. En este subtipo las ampollas se localizan entre la epidermis y la dermis, es decir, en la lámina lúcida. Se trata del subtipo menos frecuente y puede llegar a ser letal, normalmente hay una alteración y mutación de algunos genes (24). Es común la pérdida de uñas, quistes de millium (protuberancias blancas), alopecia, hipoplasia de esmalte dental, ampollas y erosiones en las mucosas que incluyen el epitelio gastrointestinal, respiratorio, conjuntival y genitourinario, con sus consecuentes complicaciones como estenosis esofágica, desnutrición, estreñimiento y úlceras corneales (25).

La EB distrófica, es la más frecuente de las tres, es sublámina densa (dermis papilar) tiene un patrón de herencia de tipo autosómica dominante y también recesiva, el gen causal COL7A1 altera la proteína colágeno VII. En este subtipo, las ampollas se localizan en la dermis a nivel de las fibras de anclaje y cuando sanan suele generar lesiones distróficas (26). Se presentan ampollas en la sublámina densa, es decir, a un nivel más profundo, prácticamente en la dermis, lo que conlleva un proceso de cicatrización

más complejo. Las ampollas se localizan en áreas como las rodillas, tobillos, manos, codos, entre otros (27).

La EB Kindler presenta múltiples niveles (intraepidérmica, intralámina lúcida y sublámina densa) con un patrón de herencia autosómica recesiva, se encuentra el gen causal denominado FERMT1 el cual altera la proteína homólogo 1 de la familia de la fermitina, hay manifestación de ampollas en el periodo neonatal y en la infancia esta puede ser espontánea o traumática (28), se manifiesta con ampollas generalizadas desde el nacimiento que predominan en zonas como brazos o piernas, alteraciones en la pigmentación cutánea, fotosensibilidad, distrofia en las uñas, colitis, esofagitis, afección en los párpados y gingivitis (29).

Según lo mencionado anteriormente, los tipos de EB se relacionan con una alteración o mutación en los genes, en la tabla 1 se señalan los tipos, el gen afectado y la proteína que codifica (30).

Tabla 1. Tipos de Epidermólisis Bullosa y sus alteraciones.

Tipo de epidermólisis ampollosa (EB)	Gen afectado	Proteína que codifica
EB simple	PKP1	Placofilina 1
	DSP	Desmoplaquina
	KRT ₅	Queratina 5
	KRT ₁₄	Queratina 14
	PLEC ₁	Plectina
	ITGA ₆ , ITGB ₄	Integrina α6
EB de la unión	LAMA ₃ , LAMB ₃ , BLAMC ₂	Lamina 332
	COL _{17A1}	Colágeno XVII
	ITGA ₆ , ITGB ₄	Integrina α6
EB distrófica	COL _{7A1}	Colágeno VII
Síndrome de Kindler	KIND ₁	Kindlina 1

Tomado de Sianez *et al* (29).

Pronóstico

El pronóstico en la EB es muy versátil y depende de la severidad de la patología. La EB simple es la de mejor pronóstico a largo plazo, y presenta mejoría clínica con los años. Mientras que la EB juntural es la más agresiva y los afectados comúnmente fallecen dentro de los primeros tres años de vida (30). Entre las complicaciones más comunes de la EB se encuentran aquellas que se dan en zonas específicas de nuestro cuerpo (31).

- Piel: carcinoma epidermoide, infecciones cutáneas de repetición.
- Musculoesqueléticas: contracturas musculares, pérdida de la función en las manos, pseudosindactilia, atrofia de fa-

langes, deformidad en las manos y los pies, problemas en la marcha, osteoporosis-osteopenia.

- Gastrointestinales: pérdida de la dentición, alteraciones en el esmalte, caries, anquiloglosia, microstomía, estenosis y perforación esofágica, disfagia, atresia pilórica, retraso en el crecimiento, síndrome de malabsorción, desnutrición, estreñimiento crónico, diverticulitis, perforaciones intestinales, megacolon, fisuras y estenosis rectal, hemorroides, anemia ferrocitopénica.
- Otorrinolaringológicas: otitis de repetición, pérdida de la audición, erosiones nasales, estenosis traqueal y laríngea.

- Oftalmológicas: abrasiones y ulceraciones corneales y de la conjuntiva, blefaroconjuntivitis, fotofobia, ectropión, simbléfaron, reducción de la agudeza visual, obstrucción del conducto lagrimal.
- Genitourinarias: lesión renal aguda o enfermedad renal crónica por: glomerulonefritis secundaria a infección por estreptococo u otro agente, amiloidosis renal; nefropatía debido a inmunoglobulina A (IgA), hidronefrosis, uropatía obstructiva, insuficiencia renal crónica, dificultad para mantener relaciones sexuales.
- Cardiacas: cardiomiopatía dilatada.

El cuadro clínico de la EB incluye una amplia variedad de manifestaciones: dolor y prurito, úlceras, ampollas, infecciones de la piel, microstomía, anquiloglosia, estenosis esofágica, disfagia y desnutrición, erosiones gastrointestinales, pseudosindactilia, cánceres de piel y cicatrices que conducen a contractura de la piel en axilas y rodillas, algunas de las cuales alteran posteriormente la marcha y las actividades diarias (32). Estas manifestaciones son consecuencia de la afectación cutánea y de mucosas, así como de complicaciones como anemia, cardiomiopatía, insuficiencia renal, insuficiencia respiratoria, osteoporosis y fracturas, desnutrición crónica y fracaso en el crecimiento (33).

Diagnóstico

Posterior al reconocimiento de cada una de las variables de la patología de EB, es importante mencionar la manera como se lleva a cabo el proceso clínico mediante el cual se hace el diagnóstico pertinente. Una identificación temprana y precisa de la patología es esencial para brindar el tratamiento adecuado y mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados. De esta manera, para detectar esta afección se requiere de una serie de pruebas, que brindan al personal médico información precisa que indica que el paciente presenta la patología (34).

Según Intong y Murrell (35), el paciente debe ser sometido a la toma de una biopsia de piel lesionada, la cual consiste en extraer una pequeña muestra de dermis donde se presente algún síntoma de la enfermedad (ampolla o irritación), que luego debe ser analizada en laboratorios especializados de histología y anatomía patológica, donde se realiza la tinción H&E, técnica de tinción histológica que utiliza hematoxilina y eosina para resaltar las características microscópicas de los tejidos biológicos, pues esta combinación facilita la identificación de núcleos celulares, la distinción entre diferentes tipos celulares, la evaluación de la arquitectura tisular y la detección de anomalías celulares o patologías.

Si el paciente resulta positivo en la prueba de la biopsia de piel para tinción H&E, esto

significara que posee algún tipo de EB, luego el camino a seguir es diagnosticar el tipo de EB; para ello se debe realizar una prueba de microscopia directa por inmunofluorescencia, para lo cual nuevamente se requiere la toma de una biopsia de piel, que debe tener la presencia de alguna ampolla (32). En la prueba directa de inmunofluorescencia (IF), se tiene la sospecha de la presencia de antígenos, por ello, la muestra tomada se coloca en contacto con un anticuerpo monoclonal con el que se espera que se dé una interacción entre antígeno-anticuerpo, lo cual al ser positivo genera una fluorescencia verde alrededor de la membrana basal. Luego de esta reacción, el personal encargado debe proceder a incubar con anticuerpos secundarios conjugados la muestra, para posteriormente realizar en microscopio la observación y la interpretación (36).

Cuando la muestra presenta pocos anticuerpos, el diagnóstico de la tipología de EB es más fácil, pues los principales subtipos de EB como la EB simple cuentan con estas características (37). Ahora bien, luego del estudio por medio de la prueba directa de IF, también se puede realizar una prueba indirecta de IF, la cual según Pohla y Hintner (38) consiste en tomar una muestra de sangre del paciente, y sobre ella se aplica un suero que contiene anticuerpos específicos. Si la muestra da positiva se formará el complejo antígeno-anticuerpo, pero este no será visible, por lo tanto, se necesita añadir anti -inmunoglobulina humana marcada,

la cual reaccionará y permitirá observar la capa de piel desde la cual se están formando las ampollas, y con ello se podrá identificar otros tipos de EB.

Para confirmar el tipo de EB que se padece, se acostumbra a realizar pruebas de análisis de mutaciones, pues como ya se ha mencionado en anteriores ocasiones, la EB se transmite de manera genética, y este tipo de pruebas, que se realizan adicionalmente con material genético de padres y otros familiares, permite reconocer, en primera estancia, de donde se heredó la afección, y en segundo lugar, permite identificar el sitio preciso y el tipo de mutación molecular que da como resultado alguno de los tipos de EB (39).

Además de realizar las pruebas ya indicadas, es importante mencionar que también existen algunos exámenes para aquellas gestantes que presenten la patología (40). Estas pruebas permitirán conocer si el bebe que viene en camino también presenta la afección, y aunque actualmente hay varios métodos para reconocer si un feto viene con alguna anomalía o patología, en el caso de la gestante con EB, el examen a realizar es de inmunofluorescencia de vellosidades coriónicas, el cual consta de tomar muestra de la placenta de la mujer y analizarla con el fin de conocer si hay alguna mutación presente, tal y como se hace con el análisis mutacional que se mencionaba anteriormente (41).

Clase de valoración para el tratamiento

Según Manomy *et al* (42), a pesar de una extensa investigación sobre la genética molecular de la EB y sus manifestaciones clínicas, todavía no se dispone de un tratamiento definitivo. Actualmente, el único tratamiento consiste en cuidados de apoyo, tratamiento de ampollas y heridas, y apoyo psicológico para el niño y la familia. Se busca la minimización de la EB enfocada a la prevención de traumas mecánicos y la curación de las ampollas, por lo cual también es necesario que el paciente presente una buena higiene corporal y dental (43).

Las lesiones cutáneas exigen atención y observación permanente y vestirse es generalmente un proceso lento y doloroso que puede durar varias horas. Las lesiones frecuentes y de mayor tamaño afectan el desempeño de las actividades de la vida diaria como sentarse, escribir y jugar, afectando significativamente la vida diaria del niño y del adolescente (44). En la actualidad se hace énfasis en el cuidado de las heridas, el control de las infecciones, el soporte nutricional, la prevención y el tratamiento de las complicaciones.

Según Prodingler (45) en la búsqueda de nuevos enfoques terapéuticos eficaces se han desarrollado terapias basadas en genes, células y proteínas que se dirigen a defectos genéticos específicos en las formas graves

de EB. Las ampollas que se encuentran tensas o en sitios que comprometen el movimiento se pueden drenar para así proteger el área lesionada. Lo que se fundamenta en la protección de los tejidos potencialmente sometidos a lesiones, la aplicación de sofisticados vendajes, un generoso soporte nutricional y a su vez un tratamiento temprano para tratar las complicaciones extra cutáneas (6).

El enfoque terapéutico para tratar la EB se centra en aliviar los síntomas, prevenir complicaciones y evitar secuelas permanentes, pues es de reconocer que aún no existe un medicamento o tratamiento que cure la patología o la controle por completo, por ello es necesario la implementación de diferentes estrategias para mejorar la calidad de vida de los pacientes y minimizar el impacto de la afección (6).

De esta manera, al iniciar el “tratamiento” de un paciente con EB, Miyamoto *et al* (46), aseguran que se deben tener en cuenta muchos factores, tales como el tipo de EB que se padece, la edad del afectado, la afectación que está teniendo el cuerpo del paciente, y, además, evaluar los daños que está ocasionando el padecimiento con otras partes del cuerpo, como por ejemplo cuando existe la aparición de malformaciones, etc.

Sin tener en cuenta el tipo de EB sobre el que se está trabajando, Vidal *et al* (47) aseguran que el primer paso en el tratamiento

de esta patología es la educación al paciente y/o a sus familiares cuidadores, con el fin de que aprenda sobre cómo debe cuidar su cuerpo y cómo debe curar las heridas que deja la enfermedad. Santana *et al* (48), señalan que una de las principales medidas terapéuticas consiste en proteger la piel contra los traumatismos, así, en algunos casos se recomienda el uso de almohadillas en áreas donde es más probable que ocurran lesiones, como los codos o las rodillas y, además, se aconseja evitar deportes de contacto que puedan exacerbar los síntomas presentes.

Por otra parte, la prevención de infecciones es otro punto fundamental en el tratamiento de la EB, se requiere un cuidado riguroso de la piel para evitar infecciones, especialmente en áreas donde las ampollas se han roto y han dejado heridas abiertas y expuestas; para ello, según Hernández *et al* (46), se pueden utilizar cremas con antibióticos en las heridas abiertas, y cubrirlas con vendajes oclusivos para reducir así la inflamación y promover la cicatrización de las mismas heridas.

Como se ha mencionado antes, la presencia de la patología EB trae consigo una serie de problemáticas como posibles deficiencias nutricionales, que se pueden presentar en aquellos pacientes donde la EB se desarrolla al interior del cuerpo, también aparición de ampollas e irritación en la boca o el esófago; por ello, un tratamiento completo debe incluir una dieta equilibra-

da y, en algunos casos, la administración de suplementos nutricionales para mejorar el estado y promover una adecuada cicatrización de las heridas (49).

Adicionalmente, se conoce que la terapia física desempeña un papel importante en el manejo de la enfermedad, especialmente para evitar o mejorar las deformidades y mantener la movilidad normal de las articulaciones, de esta manera es crucial que las familias trabajen de la mano con un fisioterapeuta, pues inicialmente puede ayudar a prevenir contracturas y mantener un rango de movimiento óptimo (50).

Además de los tratamientos ya mencionados, se ha ido trabajando en una serie de terapias como el reemplazo y reparación de genes, donde para conseguirlo se deben aislar las células del paciente y luego en laboratorio éstas células son corregidas genéticamente para después cultivarlas y finalmente injertarlas nuevamente en las heridas crónicas del paciente; así, aunque si bien es cierto este tratamiento ha resultado positivo, no se ha logrado curar la enfermedad, pues con el paso del tiempo la formación de ampollas reaparece (42).

Otro tratamiento ha sido en el uso de mosaicismos reverberantes, el cual según Vásquez (51) consiste en tomar “parches” de piel sana del mismo paciente, es decir, tomar piel de lugares donde nunca han salido ampollas, e injertarlas en sitios de

las heridas. Esto ha brindado buenos resultados, sin embargo, debido a que gran parte de los pacientes poseen ampollas en la mayoría de su cuerpo, no es posible un tratamiento de este tipo 100% efectivo.

También existen terapias basadas en el ARN, cultivos de queratinocitos y fibroblastos, trasplantes de medula ósea, aplicación de células madre estromales, entre otros, que han resultado parcialmente efectivos, se ha observado la eficacia entre un 60- 80% para algunos pacientes (52); no obstante, también es importante tener en cuenta que la gran mayoría de estos tratamientos son bastante costosos y por ende no han sido aplicados ampliamente, lo que ha disminuido la probabilidad de hallar una cura 100% efectiva.

Impacto en la calidad de vida de los pacientes y sus familias

Inicialmente, es importante tener en cuenta que la falta de conocimiento sobre la EB se refleja en el diagnóstico tardío y la falta de acceso a los cuidados adecuados, pues muchos de los profesionales de la salud e incluso miembros de la comunidad desconocen los síntomas y las necesidades específicas de los pacientes con EB, lo que puede retrasar el inicio de un tratamiento y comprometer su calidad de vida, razón por la cual los pacientes con EB a menudo se sientan marginados (53).

De esta manera, la presencia de un caso clínico de EB tiene un impacto significativo no solo para quien la padece también afecta la calidad de vida de la familia, en algunos casos el impacto es bajo, sin embargo, existen otros casos clínicos en el que la afectación de la patología es muy grave (54). Generalmente, al inicio del diagnóstico o en el proceso, los síntomas físicos como la fragilidad extrema de la piel y la formación recurrente de ampollas y heridas causan dolores crónicos, malestares físicos y limitaciones en las actividades diarias de los pacientes con EB, por ende, la calidad de vida del afectado no es la mejor, ya que la mayoría de su tiempo debe ser dedicado al autocuidado; además cuando los pacientes se encuentran en los primeros años de vida, quienes tienen la responsabilidad de cuidarlos se ven en gran medida afectados, pues la mayoría de veces le deben dedicar más tiempo a su atención (55).

Es importante tener en cuenta que según la gravedad o tipo de EB, las afectaciones de la patología pueden ser muy fuertes, por ello, en muchas ocasiones los pacientes pueden enfrentar desafíos en su movilidad, higiene personal, alimentación y vestimenta, lo cual provoca un gasto de tiempo extra, debido a que estos cuidados deben ser bastante rigurosos con el fin de no contraer infecciones o daños mayores. En el caso de la movilidad, muchas veces las plantas de los pies son las más afectadas

y por ello su caminar se ve limitado (54). En cuanto a la alimentación y vestimenta, en ocasiones no puede ser la misma a la de una persona que no padece la enfermedad, ya que según sea el tipo de EB, la dieta debe ser estricta y su vestimenta también, pues, generalmente el paciente debe optar por vestir ropa suave y ligera, lo cual resulta también en una afectación financiera tanto para el paciente, si este es independiente, como para sus cuidadores en caso de niños, adolescentes y demás (55).

Además del impacto físico y económico, Chateau *et al* (56) mencionan que la EB también tiene un impacto emocional y psicológico en los pacientes y sus familias, ya que éstos deben convivir con la carga de padecer una enfermedad crónica y debilitante, de esta manera, el paciente puede generar ansiedad, depresión, estrés y aislamiento social, y por ello, otras actividades resultan afectadas, como la interacción social, el desarrollo físico y emocional, entre otros.

También es importante tener en cuenta que la EB, al ser una enfermedad poco frecuente y poco conocida, a menudo conlleva a la estigmatización y al aislamiento de los pacientes, de esta manera las personas afectadas por la EB no solo se enfrentan a múltiples desafíos físicos, sino que la incomprendida apariencia de su piel, las limitaciones físicas y la necesidad constante de cuidados especiales pueden llevar también

a la exclusión social, la pérdida de oportunidades educativas y laborales, y múltiples dificultades para establecer relaciones interpersonales significativas. Por ello, es necesario aumentar los conocimientos sobre la EB, para generar así un entorno de apoyo y respeto hacia los pacientes y sus familias, lo cual no solo les brindará una red de apoyo emocional, sino que también les ayudará a acceder a los recursos y servicios necesarios para gestionar adecuadamente su enfermedad (57).

Con el fin de generar impactos significativos en los pacientes de EB y sus allegados, es importante considerar que en este tipo de patologías la educación juega un rol importante, pues, en primera instancia, desde las aulas se puede familiarizar a los estudiantes acerca de las patologías huérfanas, haciendo hincapié en lo importante que resulta para ellos y para la comunidad en general el reconocer, comprender y ayudar a las personas que padecen este tipo de enfermedades, ya que de esta manera se fomenta la empatía y se establecen entornos inclusivos para todos; y por otra parte, desde la educación se sensibiliza a la comunidad, lo cual contribuye significativamente a la construcción de comunidades solidarias y comprensibles.

Retos

Debido a las múltiples afectaciones a las que se ven expuestas las personas que padecen

“piel de mariposa” desencadena una variedad de retos que no solo se cobija a quienes la padecen sino también a sus familiares. En primer lugar, como la sociedad conoce poco sobre esta rara enfermedad, la mayoría de los profesionales de la salud también tienen un conocimiento clínico limitado sobre ella, lo que incide en el diagnóstico, el proceso de tratamiento y, sobre todo, las medidas de apoyo a los pacientes y sus familiares/cuidadores, implicando una mayor complejidad en los cuidados esenciales para personas con esta patología (58).

En segundo lugar, existe una dificultad para definir el diagnóstico y el inicio temprano del tratamiento adecuado; una realidad financiera que permea la deficiencia en el suministro de insumos y continuidad de la atención; los vacíos en la atención médica a los pacientes debido a que se considera una “enfermedad huérfana” lo que no permite un acceso obligatorio con relación a los derechos de la niñez / adolescencia (59).

En las familias de los pacientes con EB, las vidas de los niños con EB están ligadas a las de sus padres porque es difícil encontrar y capacitar a cuidadores competentes en los cuidados de los niños con esta patología; normalmente los cuidadores son enfermeras, lo cual resulta muy costoso de asumir. Los padres comparten esta responsabilidad, algunos estudios han reportado que a menudo uno de los padres tiene que sacrificar sus aspiraciones profesionales para tener

tiempo y brindar la atención necesaria. Los padres rara vez tienen ingresos suficientes para pagar la atención especializada (60).

También estos retos se manifiestan en el ámbito escolar, por ejemplo, según la Constitución de la República Federativa del Brasil (61) las adaptaciones necesarias para la inclusión escolar de niños y adolescentes con EB representan un gran desafío, para garantizar el derecho constitucional a la igualdad de condiciones de acceso y permanencia en la escuela, sin ningún tipo de discriminación. Se recalca la importancia del acceso a la educación, pues es el espacio de interacción social en los primeros años de vida en igualdad de condiciones; el microsistema escolar es uno de los principales contextos de desarrollo humano de niños y adolescentes, además de la familia, donde experimentan y construyen sus identidades de manera más autónoma (62).

En algunos casos se pueden presentar alteraciones psicológicas en los pacientes que incluyen alta prevalencia de síntomas psiquiátricos como la depresión, ideas paranoicas y ansiedad. En este campo faltan estudios. En la mayoría de los casos, se evidencia adecuado desarrollo psicosocial, madurez afectiva y eficiencia laboral o escolar de los pacientes; excepto en los sujetos con EB distrófica debido a las fuertes limitaciones derivadas de la enfermedad (63).

Al ser la EB heredada de forma autosómica dominante o recesiva, dependiendo del tipo y subtipo de EB, es fundamental brindar la asesoría genética a las familias afectadas. El tratamiento de la EB hereditaria se adapta a la gravedad y al alcance de la afectación de la piel, consiste en cuidados de apoyo, que incluyen el manejo de las heridas, la prevención y el tratamiento de infecciones y el apoyo nutricional (64).

Se requiere mayor investigación encaminadas a identificar nuevas estrategias de curación, que conlleven a menguar los síntomas dolorosos, así como tratamientos más eficaces y duraderos. Lo anterior en paralelo con programas de información y educación enfocados a disminuir la estigmatización, así como la formación a padres, cuidadores y enfermeros sobre el cuidado de personas con esta enfermedad.

Finalmente, el manejo de esta enfermedad debe ser multidisciplinario, incluye cuerpo médico y de enfermería, así como profesionales fisioterapeutas, ortopedistas y nutricionistas, los dos primeros apoyan en el mantenimiento del movimiento, con el fin de minimizar las contracturas; los segundos, apoyan las recomendaciones de alimentos ricos en calorías y proteínas, que pueden favorecer la recuperación de los tejidos. En lo educativo, es fundamental diseñar y desarrollar estrategias de información y manejo de esta

enfermedad en la comunidad educativa, con el fin de evitar la estigmatización, asilamiento y deserción en la escuela.

Referencias

1. Vázquez, M. A., Santiesteban, R. E., & Ferrer, Y. I. (2021). Epidermólisis ampollosa o bullosa congénita. Actualización clínica. *Revista Finlay*, 11(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342021000100074
2. Junta de Andalucía. (2009). Guía de práctica clínica para el cuidado de la piel y mucosas en personas con epidermólisis bullosa. En Servicio Andaluz de Salud. https://portal.guiasalud.es/wp-content/uploads/2018/12/GPC_450_EB.pdf
3. Centro de Información Genética y de Enfermedades Raras. (2019). Epidermólisis ampollosa. Centro Nacional para el Avance de las Ciencias Traslacionales. <https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/12000/epidermolisis-ampollosa>
4. Academia Española de Dermatología y Venereología. (2021). Guía para pacientes con epidermólisis bullosa. *Academia Española de Dermatología y Venereología*. <https://aedv.es/wp-content/uploads/2021/02/Gui%CC%81a-epidermo%CC%81lisis-bullosa-VF.pdf>
5. Wakap, S., Lambert, D., Olry, A., Rodwell, C., Gueydan, C., Lanneau, V., Murphy, D., Cam, Y., Rath, A. (2020). Estimating cumulative point prevalence of rare diseases: analysis of the Orphanet database. *Eur J Hum Genet* 28, 165-173. <https://doi.org/10.1038/s41431-019-0508-0>
6. Bardín, L. (2002). Análisis de contenido. Madrid: Akal.
7. Hernández-Barbosa, R (2017). El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural: perspectivas para el modelo de formación por cambio didáctico. [Tesis Doctoral]. Universidad Distrital francisco José de Caldas.
8. Ruiz, J. (2009). metodología de la investigación cualitativa. [4 ed.]. Bilbao:
9. Estrada, J., Caro, I., Tibaduiza, Y., Sánchez, Z., (2022). Epidermólisis bullosa: presentación de un caso. *Rev. Med vol.29 no.2* Bogotá. <https://doi.org/10.18359/rmed.5612>

10. DEBRA, (2019). Hace una década toma el reto en atención a Pacientes con Piel de Mariposa. <https://debracolombia.org/debra-colombia-hace-una-decada-toma-el-reto-en-atencion-pacientes-con-piel-de-mariposa-felicidades/>
11. Araiza, M. I., Gris, J., Piña, M. J., Cadena, J. F., Teja, E., Varón, D., & García, M. T. (2020). Epidermolísis ampollosa en niños: un estudio retrospectivo en un hospital de referencia. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 58(5). <https://www.redalyc.org/journal/4577/457768466007/html/>
12. Diniz, AB; Vieira, L. Epidermolísis ampollosa (1995). *Enfermería. Rev. Tec. Enferm* , v.8, n.94, p.16-20. <https://interface.org.br/wp-content/uploads/2015/01/v-9-n-16-set-2004-fev-2005.pdf>
13. DEBRA, (2020). Introducción a la epidermolísis bullosa. <https://www.pieldemariposa.es/introduccion-a-la-epidermolisis-bullosa/>
14. Silva, K., Fernandes L., Oliveira, M., Braga, T., Silva, K. (2020). Desafios de cuidadores familiares de crianças e adolescentes com Epidermolíse Bolhosa. <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/portal/resource/pt/biblio-1121475>
15. DEBRA, (2023). Piel de mariposa, una enfermedad rara que requiere abordaje integral. https://debracolombia.org/piel-de-mariposa-una-enfermedad-rara-que-requiere-abordaje-integral/#_ftnref2
16. Laimer, M., Prodinge, C., & Bauer, J. (2015). Hereditary epidermolysis bullosa. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 13(11), 1125–1133. <https://doi.org/10.1111/ddg.12774>
17. Vázquez, M. A., Santiesteban, R. E., & Ferrer, Y. I. (2021). Epidermolísis ampollosa o bullosa congénita. Actualización clínica. *Revista Finlay*, 11(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342021000100074
18. Hernández, A., & Torrelo, A. (2010). Epidermolísis ampollosas hereditarias: del diagnóstico a la realidad. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, 101(6), 495–505. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2010.03.002>
19. Gonçalves, N., Balestra, C., Monique D., Brosso, L., Levada, A., Cavicchioli, A. (2022). School inclusion of children and adolescents with epidermolysis bullosa: The mothers' perspective. DA ESCOLA DE ENFERMAGEM DA USP. Brasil. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0271en>
20. Fine, J.D., Bruckner, L., Eady, R., Bauer, E., Bauer, J., Has, C., Heagerty, A., Hintner, H., Hovnanian, A., Jonkman, M.F., Leigh, I., Marinkovich, M.P., Martinez, A.E., McGrath, J.A., Mellerio, J.E., Moss, C., Murrell, D.F., Shimizu, H., Uitto, J., Woodley, D., Zambruno, G. (2014). Inherited epidermolysis bullosa: Updated recommendations on diagnosis and classification. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84901242657&origin=inward&txGid=63263741080f8a63c5a086d76f5f2b4b>
21. Maseda, R., Quintana, L., Pérez, I., Jiménez, M., Escámez, M., Lucas, R. (2021). Epidermolísis bullosa en España: Estudio observacional de una cohorte de pacientes atendidos en un centro de referencia nacional. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2021.04.006>
22. Laimer M, Bauer J, Murrell DF. (2017). Epidemiology, pathogenesis, classification and clinical features of epidermolysis bullosa. <https://www.uptodate.com/contents/epidermolysis-bullosa-epidemiology-pathogenesis-classification-and-clinical-features>
23. Yamakawa, V., Oliveira, B., Santos, M., Follador, I., Sales, E., Dantas, P., Pedreira, V. (2013). Inherited epidermolysis bullosa: clinical and therapeutic aspects. <https://doi.org/10.1590/S0365-05962013000200001>
24. Sawamura D, Nakano H, Matsuzaki Y. (2010). Overview of epidermolysis bullosa. *J Dermatol* 37:214-219. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2009.00800.x>
25. Mitsushashi, Y., Hashimoto, I. (2003). Anomalías genéticas y clasificación clínica de la epidermolísis ampollosa. *Arch Dermatol R*. 295:S29-33.
26. MedlinePlus, (2022). Ampollas en EB distrófica [Fotografía]. https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/2405.htm
27. M. Aumailley, C. Has, L. Tunggal, L. Bruckner-Tuderman. (2006). Molecular basis of inherited skin-blistering disorders, and therapeutic implications. *Expert Rev Mol Med*, 8 pp. 1-21. <http://dx.doi.org/10.1017/S1462399406000196>
28. Siañez, C., Pezoa, R., Salas, J. (2009). EPIDERMÓLISIS ampollosa congénita: revisión del tema. <https://www.actasdermo.org/es-epidermolisis-ampollosa-congenita-revision-del-articulo-S0001731009729126>
29. Torres, R., Palomo, P., Torres, G., Lipa, R. (2017). *Rev. Perú. med. exp. salud pública* vol.34 no.2 Lima. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.342.2484>

30. García, M., Becerril, J., Dabdoud, A. (2019). Epidermolísis ampollosa: análisis de costo de la atención médica en México. *Med. interna Méx. vol.35 no.1* Ciudad de México. <https://doi.org/10.24245/mim.v35i1.2166>
31. Haynes L. (2010). Nutrition for children with epidermolysis bullosa. *Dermatol Clin.* 28(2):289301. <https://doi.org/10.1016/j.det.2010.01.010>
32. Ludwig, R. J. (2013). Clinical Presentation, Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment of Epidermolysis Bullosa Acquisita. *ISRN Dermatology (Print)*, 2013, 1–25. <https://doi.org/10.1155/2013/812029>
33. Intong, L. R., & Murrell, D. F. (2012). Inherited epidermolysis bullosa: New diagnostic criteria and classification. *Clinics in Dermatology*, 30(1), 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2011.03.012>
34. Has, C., & He, Y. (2016). Research Techniques Made Simple: Immunofluorescence Antigen Mapping in Epidermolysis Bullosa. *Journal of Investigative Dermatology*, 136(7), e65–e71. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2016.05.093>
35. Vorobyev, A., Ludwig, R. J., & Schmidt, E. (2016). Clinical features and diagnosis of epidermolysis bullosa acquisita. *Expert Review of Clinical Immunology*, 13(2), 157–169. <https://doi.org/10.1080/17446666x.2016.1221343>
36. Fine, J. D., Johnson, L., Weiner, M., & Suchindran, C. (2008). Gastrointestinal Complications of Inherited Epidermolysis Bullosa: Cumulative Experience of the National Epidermolysis Bullosa Registry. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 46(2), 147–158. <https://doi.org/10.1097/mpg.0b013e31812f5667>
37. Pohla, G., & Hintner, H. (2011). Direct and Indirect Immunofluorescence for the Diagnosis of Bullous Autoimmune Diseases. *Dermatologic Clinics*, 29(3), 365–372. <https://doi.org/10.1016/j.det.2011.03.001>
38. Shinkuma, S. (2015). Dystrophic epidermolysis bullosa: a review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 275. <https://doi.org/10.2147/ccid.s54681>
39. Trujillo, M. J. (2019). *Diagnóstico prenatal y diagnóstico pre-implantacional en Epidermolisis bullosa*. DEBRA. https://www.pieldemariposa.es/wp-content/uploads/2019/03/Diagnostico-prenatal-y-diagnostico-pre_implantacional-EB.pdf
40. D'Alessio, M., Zambruno, G., Charlesworth, A., Lacour, J., & Meneguzzi, G. (2008). Immunofluorescence Analysis of Villous Trophoblasts: A Tool for Prenatal Diagnosis of Inherited Epidermolysis Bullosa with Pyloric Atresia. *Journal of Investigative Dermatology*, 128(12), 2815–2819. <https://doi.org/10.1038/jid.2008.143>
41. Manomy, P. Yenamandra, V., Dabas, G., Joshi, P., Ambekar, A., Sreenivas, V., Sharma, V., Vatsa, M., Ravindran, S., Sethuraman, G. (2021). Impact of a Psychodermatological Education Package on the Subjective Distress, Family Burden, and Quality of Life among the Primary Caregivers of Children Affected with Epidermolysis Bullosa. *Indian Dermatology Online Journal*. India. https://doi.org/10.4103/idoj.idoj_658_19
42. Lim, K., McEvoy, M., Pittelkow, S. (1996). Generalized gravis junctional epidermolysis bullosa: case report, laboratory evaluation, and review of recent advances. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8790263/>
43. Sangha N, MacLellan AN, Pope E. (2021). Impacto psicosocial de la epidermolísis ampollosa en los pacientes: un estudio cualitativo. *Pediatr Dermatol.* 38(4):819-24. <http://dx.doi.org/10.1111/pde.14656>
44. Prodinge C, Reichelt J, Bauer JW, Laimer M. (2019). Epidermolysis bullosa: advances in research and treatment. *Exp Dermatol.* 28(10):1176-89. <https://doi.org/10.1111/exd.13979>
45. Miyamoto, D., Gordilho, J. O., Santi, C. G., & Porro, A. M. (2022). Epidermolysis bullosa acquisita. *Anais Brasileiros De Dermatologia*, 97(4), 409–423. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2021.09.010>
46. Vidal, G., Carrau, F., Lizarraga, M., & Álvarez, M. (2018). Epidermolísis ampollar: a propósito de un caso clínico. *Archivos De Pediatría Del Uruguay*, 89(6), 382–388. <https://doi.org/10.31134/ap.89.6.4>
47. Santana, J. D., Zamora, R., Vázquez, G., & López, A. (2021). Epidermolísis ampollosa, reporte de un caso. *Universidad Médica Pinareña*, 17(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8198597>
48. Hernández, R., Morales, M., & Castro, J. A. (2021). Rehabilitación domiciliar de la epidermolísis bullosa. *Medicentro Electrónica*, 15(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432021000100126

49. Raspini, M., & Manrique, M. L. (2013). Estado nutricional en pacientes con Epidermolísis Bullosa. *Universidad FASTA*. <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/3266>
50. Vázquez, J. J. (2012). Eficacia del tratamiento con piel quimérica cultivada de las lesiones cutáneas en pacientes con epidermolísis bullosa distrófica recesiva [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid.
51. Biasutto, M., Martínez, M. F. R., Angles, M. V., & Mazzuocolo, L. D. (2023). Nuevos tratamientos para el manejo de la epidermolísis ampollar. *Dermatología Argentina*, 29(1), 02–08. <https://doi.org/10.47196/da.v29i1.2312>
52. Butterworth, S., Mason, A. E., & Martin, K. (2019). Epidermolysis bullosa: how social support affects quality of life. *Tiempos De Enfermería*, 115(5). <https://chesterrep.openrepository.com/handle/10034/622253>
53. Chogani, F., Parvizi, M. M., Murrell, D. F., & Handjani, F. (2021). Assessing the quality of life in the families of patients with epidermolysis bullosa: The mothers as main caregivers. *International Journal of Women's Dermatology*, 7(5), 721–726. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2021.08.007>
54. Angelis, A., Kanavos, P., López-Bastida, J., Linertová, R., Oliva-Moreno, J., Serrano-Aguilar, P., De La Paz, M. P., Taruscio, D., Schieppati, A., Iskrov, G., Brodzsky, V., Von Der Schulenburg, J. G., Chevreul, K., Persson, U., & Fattore, G. (2016). Social/economic costs and health-related quality of life in patients with epidermolysis bullosa in Europe. *European Journal of Health Economics*, 17(S1), 31–42. <https://doi.org/10.1007/s10198-016-0783-4>
55. Chateau, A., Blackbeard, D., & Aldous, C. (2022). The impact of epidermolysis bullosa on the family and healthcare practitioners: a scoping review. *International Journal of Dermatology*, 62(4), 459–475. <https://doi.org/10.1111/ijd.16197>
56. Bruckner, A. L., Losow, M., Wisk, J., Patel, N., Reha, A., Lagast, H., Gault, J., Gershkowitz, J., Kopelan, B., Hund, M., & Murrell, D. F. (2020). The challenges of living with and managing epidermolysis bullosa: insights from patients and caregivers. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13023-019-1279-y>
57. Fernández AS, Tobajas MET, López MGJ. (2018). Educación sanitaria para enfermería sobre la epidermolísis bullosa. *Rev Rol Enferm*. 41(2):135-8. <https://medes.com/publication/133944>
58. Silva RA, Souza SPS, Bernardino FBS, Alencastro LCS. (2020). Atención familiar a niños y adolescentes con epidermolísis ampollosa: una revisión integradora de la literatura. *Rev Baiana Enferm*. 34. doi: <http://dx.doi.org/10.18471/rbe.v34.35781>
59. Gorell, E., Wolstencroft, P. (2020). Financial burden of epidermolysis bullosa on patients in the United States. <https://doi.org/10.1111/pde.14340>
60. Constitución de la República Federativa del Brasil de 1988. Diario Oficial de la Unión; Brasilia; 05 oct. 1988. 191-A. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2001/0507.pdf>
61. Bronfenbrenner U. (2011). La ecología del desarrollo humano: hacer a los seres humanos más humanos. *Porto Alegre: ArtMed*. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/18032>
62. Andreoli E, Mozzetta A, Angelo C, Paradisi M, Foglio PG. (2002). Epidermolysis bullosa. Psychological and psychosocial aspects. *Dermatol Psychosom*. 3:77-81. <http://dx.doi.org/10.1159/000064496>
63. Bello, Y., Falabella, A., Schachner, L. (2003). Management of epidermolysis bullosa in infants and children. [https://doi.org/10.1016/S0738-081X\(03\)00050-6](https://doi.org/10.1016/S0738-081X(03)00050-6)

