

REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA



AÑO 2 NÚMERO 8

ISSN: 2683-2887
Número 8

Noviembre-diciembre 2022
www.remefis.com.mx

DISTRIBUCIÓN GRATUITA, PROHIBIDA SU VENTA

CONOCE AL EQUIPO DE TRABAJO 2023

REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

EQUIPO DE TRABAJO 2023



Director

Mtro. Gerardo Quiñones Pedraza



Editor

Mtro. Brayan Flores Raya



Consejo Editorial

Dr. Alexandro Santamaría Damián



Capacitación continua

Dr. Marco Antonio Morales-Osorio



Consejo Académico

Mtra. Leidy Sofía Javier Rivera



Jefe de Revisores

Mtro. Néstor Daniel Hernández Tovar



Producción editorial

Mtra. Laura Natalia Casas Castillo



Revisora interna

Mtra. Angelly del Carmen Villarreal Salazar



Estilo y redacción

Lic. Esp. Enig Iliana Camarena Molina



Auxiliar Editorial

Lic. César Gerardo Cerda Hurtado



Revisor interno

Mtro. Felipe Alejandro Dzul Gala

REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

DIRECTORIO

DIRECTOR:

LTF. BRAYAN FLORES RAYA
MFT. GERARDO QUIÑONES PEDRAZA

EDITOR

MTRO. BRAYAN FLORES RAYA

COORDINADOR EDITORIAL

DR. ALEXANDRO SANTAMARÍA DAMIÁN

CONSEJO ACADÉMICO

MTRA. LIDYA SOFÍA JAVIER RIVERA

CAPACITACIÓN CONTINUA

DR. MARCO ANTONIO MORALES-OSORIO

JEFE DE REVISORES

MTRO. NÉSTOR DANIEL HERÁNDEZ TOVAR

PRODUCCIÓN EDITORIAL

MTRA. LAURA NATALIA CASAS CASTILLO

ESTILO Y REDACCIÓN

LIC. ESP. ENIG ILIANA CAMARENA MOLINA

AUXILIAR EDITORIAL

LIC. CÉSAR GERARDO CERDA HURTADO

REVISORES INTERNOS

MTRA. ANGELLY DEL CARMEN VILLARREAL SALAZAR
MTRO. FELIPE ALEJANDRO DZUL GALA

Revista Mexicana de Fisioterapia, año 2, No. 8, Noviembre-diciembre 2022, es una Publicación bimestral editada por Brayan Flores Raya, calle Hacienda Bella Vista 255, Col. Ex Hacienda el Rosario, Juárez, N.L. C.P. 67289, Tel. (81) 1374-9481, www.remefis.com.mx, info@remefis.com.mx Editor responsable: Brayan Flores Raya. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-071613424100-102, ISSN: 2683-2887, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Brayan Flores Raya calle Hacienda Bella Vista 255, Col. Ex Hacienda el Rosario, Juárez, N.L. C.P. 67289, fecha de última modificación, 6 de febrero de 2023.



INTERNATIONAL STANDARD SERIAL
NUMBER (ISSN) 2683-2887

RESERVAS DE DERECHOS AL USO EXCLUSIVO NO. 04-2021-
071613424100-102 OTORGADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DEL
DERECHO DE AUTOR



INDEXADA EN DIRECTORIO

latindex

Esta Revista sigue las recomendaciones del Comité
Internacional de Editores de Revistas Médicas

ICMJE INTERNATIONAL COMMITTEE of
MEDICAL JOURNAL EDITORS



COMITÉ DE REVISORES EXPERTOS

NACIONALES

Edgar Geovanni Prieto Amaral

Licenciado en Terapia Física, Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, México.
Maestro en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo con orientación en Ergonomía Ocupacional, Universidad de Guadalajara.
Médico Interno de Pregrado.

Gustavo Badillo Fuentes

Licenciatura en Terapia Física, Universidad de Fútbol y Ciencias del Deporte, México.
Maestría en Fisioterapia y Kinesiología Deportiva, Universidad de Fútbol y Ciencias del Deporte, México.
Máster en Ecografía Musculo-esquelética, Universidad CEU Cardenal Herrera, España.

Mariel Colunga Garza

Licenciada en Fisioterapia, Universidad del Valle de México, Nuevo León, México.
Máster en fisioterapia neurológica, Universidad Europea de Madrid, España.

Raúl Ernesto Cortés González

Licenciado en Fisioterapia (Ortopedia y Lesiones Deportivas), Universidad Nacional Autónoma de México.
Maestría en Fisioterapia y Kinesiología Deportiva, Universidad de Fútbol y Ciencias del Deporte, México.

Erika Alejandra Velazquez Millán

Licenciatura en Fisioterapia, Universidad del Valle de México, Campus Toluca, México.
Maestría en Gestión de Salud, Universidad del Valle de México, Campus Coyoacán, México.

Anabell Serratos Medina

Licenciatura en Terapia Física, Centro de Rehabilitación Zapata "Gaby Brimmer", México.
Maestría en Ciencias de la Educación con especialidad en Administración e Investigación Educativa, Universidad del Valle de México Campus Tlalpan, México.
Especialidad en Rehabilitación Neurológica, Instituto Guttman Barcelona, España.
Máster en Integración de Personas con Discapacidad, Universidad de Salamanca, España.
Especialidad en Rehabilitación Laboral, Universidad del Valle de México, Campus San Ángel, México.

Jesús Edgar Barrera Reséndiz

Licenciatura en Educación Física. Centenaria y Benemérita Escuela Normal del Estado de Querétaro, México.
Maestría en Ciencias (Neurobiología) Instituto de Neurobiología, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, México.
Doctorado en Ciencias del Comportamiento (Orientación Neurociencias), Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara, México.

INTERNACIONALES

Samuel Pérez del Camino Fernández

Fisioterapeuta, con maestría en Readaptación deportiva.

Daniel Solís Ruiz

Licenciado en Fisioterapia, Universidad de Salamanca, España.
Maestrías en Osteopatía Estructural y Osteopatía Craneal - Visceral en la Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Andrea Juliana Rodríguez Chaparro

Médico cirujano, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.
Master en prevención de riesgos laborales universidad Jaume I Castellón, España.
Especialidad en medicina física y rehabilitación, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.
Alta especialidad en rehabilitación pediátrica, Universidad Nacional Autónoma de México

Jorge Pérez García

Fisioterapeuta, Universidad de Alcalá de Henares, España.
Máster en Terapia Manual Ortopédica, Universidad Europea de Madrid, España.

Ana María Díaz López

Fisioterapeuta, Universidad de Castilla-la Mancha, España.
Máster en drenaje linfático manual, Universidad Europea de Madrid, España

Cristhian Santiago Bazán

Licenciado Tecnólogo médico en Terapia Física y Rehabilitación, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.
Maestría en Gestión y conducción en Salud, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.
Doctorado: Doctor en Educación, Universidad San Martín De Porres, Perú.

ÍNDICE

- 1 Mensaje de bienvenida
- 2-4 Publicidad
- 5-6 Querida familia

SECCIÓN CIENTÍFICA

- Art. 1 Método Glenn Doman En La Neurorehabilitación De Un Paciente Con Epilepsia Y Autismo: Reporte De Caso.**
Autoría: Paola Ortiz Villalba, Joseline Paola Galarza Santillán y Javier Caiza Lema.
- Art. 2 Técnicas De Fisioterapia Para Mujeres En Embarazo Y Posparto Con Iue. Una Revisión Sistemática.**
Autoría: María Camila Borja González, Luisa Gabriela Dorado Ararat y Vanessa Soraya Ibarra Arroyo.
- Art. 3 Intervención Fisioterapéutica En Paciente Con Síndrome De Sjögren En Periodo De Febrero A Junio De 2021. Reporte De Caso.**
Autoría: María Fernanda Bonilla Caro.
- Art. 4 Factores De Riesgo Ambientales Para La Exacerbación De La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (Epop). Una Revisión Integrativa De La Literatura**
Autoría: Adriana Hernández Calderón, Jennifer Ramírez Hernández, Karen Lorena Rodríguez Carreño y Ramón Eduardo Carreño Salazar.
- Art. 5 Importancia De La Electrofísica En La Investigación**
Autoría: José María Rodríguez Martín.

MENSAJE DE BIENVENIDA

6 de febrero de 2023

Estimados lectores:

Gracias una vez más, por la preferencia y la oportunidad de leer esta revista. En este número 8, una edición con muchos retos y adversidades, propias del calendario por conllevar tiempo de celebrar y descanso. Nos encontramos de vuelta tras un periodo de trabajo arduo, con diferentes noticias y novedades. Nos enorgullece contar con un nuevo equipo de trabajo, con el que estamos seguros que obtendremos muchos más éxitos y alcanzaremos las metas para seguir consolidando a la Revista Mexicana de Fisioterapia como una referencia en la profesión en América Latina.

Ahora se estipularán los procesos de recepción de manuscritos, períodos de revisión, retroalimentación y recepción de correcciones, de una manera más específica, para poder garantizar los tiempos de salida de la revista.

Agradecemos infinitamente que se comparta este proyecto en cada número lanzado, para poder llegar a cada estudiante, profesional o docente, con la invitación abierta a participar.

Pronto se informarán diferentes actividades que la revista implementará para favorecer la producción de trabajos de investigación, de la mano de la universidades y asociaciones.

Sin más, disfrute su lectura.

ATENTAMENTE

Dirección y Edición de la Revista Mexicana de Fisioterapia





REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

ISSN 2683-2887

CONVOCATORIA NÚMERO 9

PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Fecha límite de recepción de manuscritos:
11 de febrero de 2023

PROCESO TOTALMENTE GRATUITO
Informes en info@remefis.com.mx



INTERNATIONAL STANDARD SERIAL
NUMBER (ISSN) 2683-2887

RESERVAS DE DERECHOS AL USO EXCLUSIVO NO. 04-2021-071613424100-102 OTORGADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR



INDEXADA EN DIRECTORIO

latindex

Esta Revista sigue las recomendaciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas

ICMJE INTERNATIONAL COMMITTEE of MEDICAL JOURNAL EDITORS



RED  PHYSIO

CATÁLOGO
de productos

EQUIPOS E INSUMOS PARA LOS
PROFESIONALES DE LA FISIOTERAPIA



TIENDA



55 3079 1763



/Red Physio



/Red Physio

tienda.redphysio.com.mx

1^{ER} CONGRESO DE
FISIOTERAPIA
& READAPTACIÓN
▶ DEPORTIVA ▶



PONENTE
Juanjo Brau



28 Y 29 ABRIL 2023 | MONTERREY, N.L.



Terapia Física
y Rehabilitación

Universidad de Morelos

Diplomado Interdisciplinario en Medicina Respiratoria Basada en Evidencia

Dirigido a: Lic. en Fisioterapia, Enfermería y Médico Cirujano

Inicia Mayo 2023

Termina Mayo 2024

150 hrs

Módulo 1:

Sistema respiratorio y estudios diagnósticos.

Módulo 2:

Ventilación mecánica invasiva, no invasiva y CNAF.

Módulo 3:

Paciente traqueostomizado y rehabilitación en UCI.

Módulo 4:

Abordaje de las diferentes patologías del paciente crítico.

Módulo 5:

Módulo específico Fisioterapia/ Enfermería/ Medicina.

Avalado por:



UNIVERSIDAD DE
MONTEMORELOS

Docentes Internacionales:



¡Cupo limitado!

📍 Laboratorio de Simulación
Clínica UM.
Montemorelos, N.L., México

🖥️ **Virtual/Presencial**

⚠️ Información e inscripción:

📞 826 130 7512

✉️ daguilartf@um.edu.mx

QUERIDA FAMILIA

En esta entrega daremos un muy breve informe de lo realizado en este año 2022 que está llegando a su fin, no sin antes, de corazón externarles que en su Federación Mexicana de Fisioterapia, Terapia Física, Kinesiología y Rehabilitación Física "FEMEFI" les deseamos para este 2023 crecimiento profesional y unión, unión en sus hogares, unión entre colegas, así como unión entre nuestras asociaciones y colegios.

Deseando de igual manera que la buena fe de nuestro actuar y nuestra pasión por la fisioterapia, sea el faro que nos guíe hacia la excelencia.

Es tiempo de cerrar ciclos, de hacer la remembranza de los logros, dichas y desdichas que hemos vivido en este 2022; en lo particular, en FEMEFI tuvimos la oportunidad de conocer nuevos colegas, colegas que con arduo trabajo y entrega, hoy son GRANDES y que con su actuar en el día a día contribuyen a la grandeza de la fisioterapia mexicana, también tuvimos la fortuna de reencontrarnos con muchos otros colegas que han sido parte de la familia FEMEFI desde nuestros inicios.

Este año tuvimos la oportunidad de analizar parte del comportamiento gremial, de la pasión que como gremios estatales nos caracterizan, conviviendo de manera muy cercana con colegas que conforman grandes asociaciones y colegios como, "COFITAM", "ASOFT", "AFIJ", "COFIRENL" y "COQUEFI" demostrándonos que cuando se quiere se puede. Tuvimos la dicha de involucrarnos en proyectos académicos que engrandecen y siembran identidad en los futuros colegas. Gracias por su compromiso a Universidad Tecnológica de México "TUNITEC", Universidad de Guanajuato "UG" y a Global University "GU" por permitirnos compartir sus logros. Por otro lado, también tuvimos la fortuna de que nos abrieran sus puertas para el diálogo colegas Poblanos e Hidalguenses, seguros de que en un futuro muy próximo se sumarán a este proyecto y fortalecerán a nuestra gran familia.



Gracias a todas las empresas independientes que nos brindan su voto de confianza para avalar sus eventos, generando con ello la regulación y la seriedad que tanto añoramos y que sabemos que en un futuro no muy lejano se volverá algo imprescindible.

Se cierran ciclos y con todo lo vivido, a manera de resumen nos quedamos con la certeza de que hoy por hoy somos un gremio GRANDE, el cual no deja de crecer, somos un gremio que evoluciona a pasos agigantados y que sin lugar a dudas requiere organización y empezar de manera seria y consciente a pensar en su futuro.

El 2023 será definitivamente un tiempo de cambio, nada nos gustaría más que sean ustedes colegas los actores principales de dicho cambio.

Súmame, infórmame y afíliate a tu asociación y/o colegio, hoy no debe ser un gusto o una elección, debe ser por consciencia ética profesional. ¡Cada vez somos más! y si no queremos que el rumbo de nuestra profesión se dé sin orden, debemos sumarnos, aportar ideas, exigir las buenas prácticas y el respeto mutuo, eso sin duda generará una buena imagen de nuestro actuar y por ende de nuestra profesión.

Involucrémonos y creamos en nuestras capacidades y grandeza.

¡UN GREMIO UNIDO E INFORMADO ES UN GREMIO FORTALECIDO!

Informe Anual:

- Se asignó a la nueva mesa directiva.
- Se creó la primera Comisión de Honor y Justicia de la FEMEFI.
- Se actualizó la Comisión de Vigilancia.
- Hasta este momento se han compartido los objetivos del proyecto de la mesa directiva de manera personal con más del 50% de las asociaciones y/o colegios que nos conforman.
- Se realiza la unión entre la REMEFIS y la FEMEFI con el objetivo de crecimiento mutuo orientado a la divulgación de la investigación científica en Fisioterapia.
- Se crea la Comisión de Legislación FEMEFI con sede presidencial en la ciudad de Querétaro y el equipo COQUEFI.
- Se tuvo presencia en más de 10 eventos nacionales.

Se agradece a cada uno de los involucrados en las actividades, GRACIAS por confiar gracias por creer en que la UNIÓN hace la FUERZA, su seguimiento y exigencias nos comprometen a entregar resultados.

Gracias por los proyectos que ya tenemos agendados para el 2023.

¡Por nuestro gremio y por cada uno de ustedes no bajaremos los brazos!

Sigamos consolidando a la Fisioterapia mexicana.

¡FELICES FIESTAS!

¡FELIZ NAVIDAD!

¡FELIZ AÑO 2023!



#porlagrandezadelafisioterapiamexicana
#soyfemefi
#soyremefis
#pasionporlafisioterapia



Atentamente.
JUVAT AZPEITIA
Presidente Nacional FEMEFI

GENÉTICA



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

MÉTODO GLENN DOMAN EN LA NEURORREHABILITACIÓN DE UN PACIENTE CON EPILEPSIA Y AUTISMO: REPORTE DE CASO.

Paola Ortiz Villalba^a, Joseline Paola Galarza Santillán^b y Javier
Caiza Lema^{c*}

^a Licenciada en fisioterapia, coordinadora de la carrera de terapia física en la Universidad Técnica de Ambato.

^b Licenciada en estimulación, Universidad Técnica de Ambato.

^c Licenciado en terapia física, docente de terapia cardiorrespiratoria. Correo principal: sj.caiza@uta.edu.ec

Resumen— Introducción: Los cuadros de epilepsia son atribuibles a descargas eléctricas cerebrales anormales, el trastorno del espectro autista por otro lado se plantea como una falta de razonamiento social-cognitivo asociado a desórdenes del sistema nervioso. La epilepsia y autismo comparten cambios anatómicos en el cerebelo, la amígdala y la corteza frontal observando crecimiento cortical, desorganización neuronal, cambios en el grosor cortical y deficiente señalización molecular. El método Glenn Doman formulado para el potenciamiento de habilidades sociales y comunicativas a través de estímulos denominados Bits de inteligencia se precisa como la estrategia de neurorrehabilitación más oportuna. **Descripción del caso:** Se presenta el caso de un paciente masculino de 3 años con antecedente de sufrimiento fetal, hospitalizado por presentar cianosis, aparente convulsión tónica clónica diagnosticado con epilepsia focal con posterior identificación de autismo tipo II. **Conclusiones:** El método Glenn Doman como herramienta de neurorrehabilitación en un caso pediátrico diagnosticado con epilepsia y autismo mejoró habilidades lingüísticas y socioafectivas satisfaciendo los objetivos terapéuticos.

Palabras clave— Epilepsia, autismo, encefalopatía, trastorno de lenguaje.

Abstract— Introduction: Epilepsy pictures are attributable to abnormal cerebral electrical discharges; autism spectrum disorder, on the other hand, is considered a lack of social-cognitive reasoning associated with nervous system disorders. Epilepsy and autism share anatomical changes in the cerebellum, amygdala, and frontal cortex, observing cortical growth, neuronal disorganization, changes in cortical thickness, and impaired molecular signaling. The Glenn Doman method formulated for the enhancement of social and communication skills through stimuli called Intelligence Bits is specified as the most appropriate neurorehabilitation strategy. **Case description:** The case of a 3-year-old male patient with a history of fetal distress, hospitalized for presenting cyanosis, apparent tonic-clonic seizure diagnosed with focal epilepsy with subsequent identification of type II autism, is presented. **Conclusions:** The Glenn Doman method as a neurorehabilitation tool in a pediatric case diagnosed with epilepsy and autism improved linguistic and socio-affective skills, satisfying the therapeutic objectives.

Keywords— Epilepsy, autism, encephalopathy, language disorder.

I. INTRODUCCIÓN

Los cuadros de epilepsia son atribuibles a descargas eléctricas cerebrales anormales, en consecuencia, se puede hallar disrupciones sobre el mecanismo de sinapsis

neuronal repercutiendo al sistema de neurotransmisores mismos que perturban componentes sensoriales, cognitivos y comunicativos¹. El trastorno del espectro autista (TEA) por otro lado se plantea como una falta de razonamiento social-cognitivo asociado a desórdenes del

sistema nervioso. Por su carácter heterogéneo puede estar asociado a anomalías estructurales como a fenotipos conductuales².

La asociación entre epilepsia y el TEA cuentan con un nexo patológico común que es la presencia de discapacidad intelectual o cognitivo (DI), siendo pocas las excepciones donde este último esté ausente, se reconoce hasta un 21,5% de coexistencia³. Las estructuras implicadas al intentar justificar la correlación entre epilepsia y TEA son el cerebelo, la amígdala y la corteza frontal observando crecimiento cortical, desorganización neuronal, cambios en el grosor cortical como también una deficiente señalización molecular. Es trascendental además un correcto diagnóstico diferenciado ya que la epilepsia activa puede eclipsar el TEA^{2,3}.

El método Glenn Doman se basa en buscar la reorganización neurofuncional brindando diferentes estímulos denominados Bits de inteligencia, que incrementa las conexiones neuronales, para el potenciamiento de habilidades captando la mayor atención del niño, dicho método fue creado para la rehabilitación de personas con lesiones cerebrales⁴.

El objetivo de presentar este estudio de caso es describir el método Glen Doman como herramienta de neurorrehabilitación en un paciente pediátrico diagnosticado con epilepsia y TEA.

II. INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Hallazgos clínicos

La evaluación neurofisiológica decide realizar una Resonancia Magnética Cerebral pudiéndose observar, la amplitud de surcos corticales a nivel de la convexidad de ambos hemisferios cerebrales relacionado con atrofia cortical, leucomalacia periventricular, ventriculomegalia y asimetría de las cavidades ventrículo laterales. El electroencefalograma (EEG), considerado como estándar dentro del manejo clínico de un cuadro epiléptico⁴⁻⁵,

muestra actividad epileptiforme focal de puntos y ondas lentas angulares en la región fronto-central del hemisferio derecho, propagada a la región homóloga contralateral frecuente en registro (Imagen 1). Aproximadamente 3 meses posteriores se realiza un nuevo EEG el cual determina presencia de ondas cerebrales normales tomando la decisión de suspender la medicación.

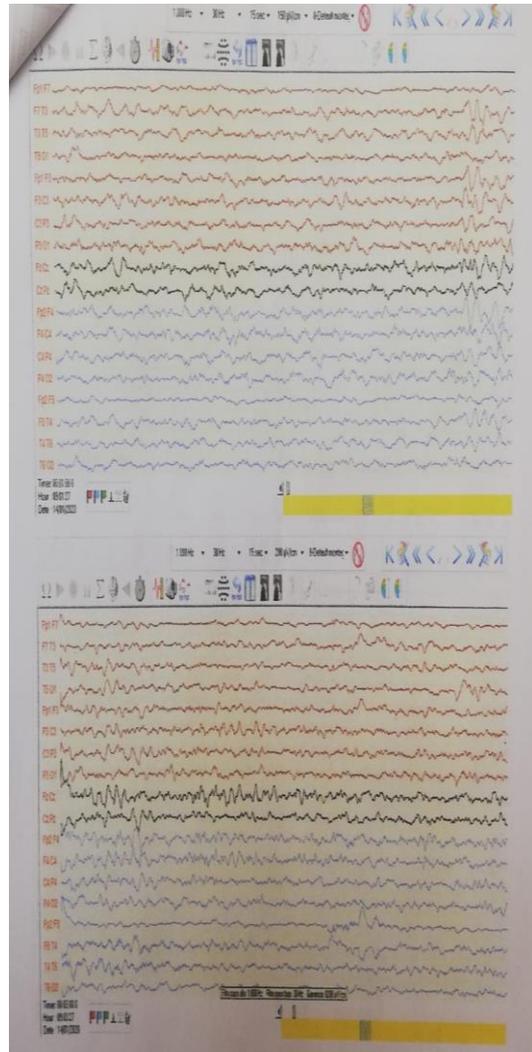


Imagen 1.- Encefalograma

Diagnóstico

La valoración neuropsicológica brindada por pediatría, terapia del lenguaje y área de estimulación temprana se

valió de una batería de evaluaciones dentro de las que constaban la escala de Battelle, Denver II del uso del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM) detallado en la Tabla 1, señalando un retraso global del desarrollo sobre áreas de comunicación, socioemocional y cognitivas concluyendo un diagnóstico de autismo grado 2.

| Nivel de Gravedad | Comunicación | Comportamiento |
|---------------------------------------|---|---|
| Grado 1 Necesita ayuda | Interacción social comunicativo anómalo, deficiente, no puede iniciar una interacción verbal con el medio. | Dificultad en la autonomía del individuo, no puede planificar las actividades de manera secuencial. |
| Grado 2 Necesita ayuda parcial | Ausencia de comunicación verbal y no verbal, no existe interés por socializar incluso si se mantiene iniciativas por parte del entorno. | Conductas restringidas, no están listos para el cambio, el foco de interés mantiene un tiempo limitado. |
| Grado 3 Necesita ayuda total | Respuesta mínima comunicación | Dificultad al momento de afrontar cambios en la rutina, intolerantes a nuevos sucesos. |
| Dentro de la normalidad | Sin inferencia | Sin inferencia |

Tabla 1.- Criterios TEA DSM 5

La escala de desarrollo Haizea Llevant de carácter cualitativo señalado en la Tabla 2, aporta indicadores de los hitos sociales, cognitivos y motrices del niño, como resultado, se encuentra la pérdida de balbuceo, socialización, manipulación y descartando déficits del área postural.

ESCALA DE DESARROLLO HAIZEA LLEVANT

| Área | Ítems | Resultado |
|------------------------------|----------------------------------|------------|
| Socialización | Lleva un vaso a la boca | Aprueba |
| | Imita tareas del hogar | No aprueba |
| | Imita gestos | No aprueba |
| | Patrones repetitivos de conducta | Alerta |
| Lenguaje y lógica matemática | Mamá/ papá | No aprueba |
| | Utiliza la palabra no | No aprueba |
| | Obedece ordenes por gestos | No aprueba |
| Manipulación | Señala partes de su cuerpo | No aprueba |
| | Perdida de balbuceo | Alerta |
| | Tapa un bolígrafo | Aprueba |
| | Hace torre de 4 cubos | Aprueba |
| | Garabateo espontaneo | No aprueba |
| Postural | Pasa páginas | Aprueba |
| | Marcha libre | Aprueba |
| | De pie sin apoyo | Aprueba |
| | carrera libre | Aprueba |
| Postural | camina hacia atrás | Aprueba |
| | baja escaleras | Aprueba |

Tabla 2.- Valoración por la escala de desarrollo Haizea Llevant

Línea de tiempo

El paciente acude el 10 de enero 2020 a emergencias del Hospital General de Latacunga por presentar cianosis, aparente convulsión tónica clónica con desviación de la mirada de más o menos 2 minutos, a causa de cuadro gripal caracterizado por fiebre, tos y rinorrea, motivo que genera hospitalización para su estudio. Diagnosticado con epilepsia focal se decidió medicar con Valcote 3ml cada 12 horas ocasionando que el niño no quiera comer y se mantuviese irritable.

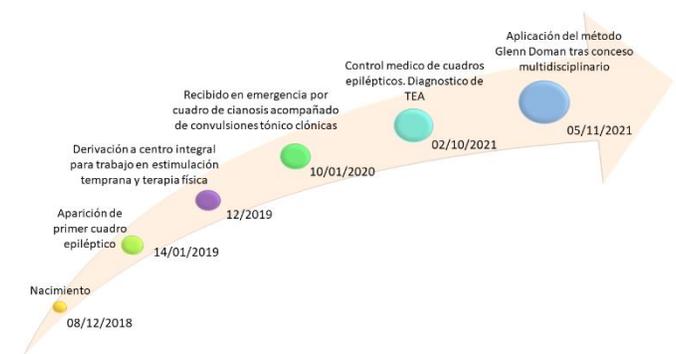


Ilustración 1.- Línea del tiempo

Tratamiento

Una vez se logró el control médico de los episodios convulsivos y con un diagnóstico de TEA tipo II, el área de neuropediatría recomendó por consenso profesional, la implementación del método Glenn Doman. El protocolo de acción precisado en la Tabla 3 enfocado para un niño de edad cronológica de 3 años correspondiente a desarrollo de 1 año y 6 meses.

| Método | Glenn Doman |
|-------------|--|
| Objetivos | Incrementar el lenguaje expresivo. |
| Frecuencia | 3 veces por semana |
| Tiempo | 30 minutos al día |
| Técnica | Primera sesión se presente 5 bits Cada día aumentamos 5 palabras nuevas Al culminar la semana se retiran las 5 palabras más antiguas y se incrementa 5 palabras nuevas |
| Materiales | Bit visual de 60 x 15 cm. Objetos lúdicos (juguetes) Apoyo audiovisual |
| Responsable | Licenciada/o estimulación temprana |

Tabla 3.- Protocolo método Glenn Doman

III. RESULTADOS

Posterior a un tiempo de 6 meses y con un control aproximadamente a los 3 meses se logró un avance ponderable sobre las esferas conductuales, sociales y lingüísticas (Tabla 4).

| Control y evolución | | |
|--|--|--|
| Primer control | Segundo control | Tercer control |
| 08 de noviembre de 2021 | 07 de febrero de 2022 | 11 de abril de 2022 |
| Niño llega acompañado de su madre donde a la evaluación y exploración primaria no existe contacto visual, no existe toma de turnos, presenta fijación por objetos y pérdida de balbuceo. | Paciente con mejor tolerancia a la sesión de neurorrehabilitación (menos irritable). Adecuada conducta social en las sesiones sigue instrucciones, mejora la vocalización (promoción hacia el balbuceo). | Paciente culmina seis meses de abordaje multidisciplinario con una mejor conducta social (respetando turnos), mejora el lenguaje oral (forma monosílabas) y mejora actitud motora. |

Tabla 4.- Evaluación de ejes lingüísticos, comportamentales y sociales

IV. DISCUSIÓN

En gran medida una encefalopatía perinatal a causa de un evento hipóxico e isquémico condiciona a un síndrome neurológico, según Wachtel et al., 25% de los sobrevivientes a una encefalopatía por asfisia tendrán un déficit neurológico concordando con el caso presentado donde en primera instancia se identifica el cuadro de epilepsia focal⁵.

La mayoría de los estudios que mencionan la epilepsia y el TEA como el hecho por Berg et al.⁶, se permite incluir a la DI como el nexo entre el TEA y la epilepsia, además Richard et al.⁷, menciona un mecanismo único entre esta triada donde la señalización molecular dada por la vía MTOR, receptores GABA, glutamato NMDA y anomalías en los canales de sodio alteran la sinaptogénesis y desembocan en el cuadro clínico. El presente caso menciona el diagnóstico previo de epilepsia con posterior aparición de TEA, situación que se apega a estudios como los hechos por Matsuo et al. (8), y Berg et

al.⁶, los cuales destacan que la epilepsia precede al TEA en 36,7% y 85,7% respectivamente, siendo cuestionables estos datos en virtud de que el TEA pueda estar presente sin aun haber sido diagnosticada. Apuntado hacia un paradigma diferente Woolfenden et al.⁹, dicta que la epilepsia está supeditada por el TEA, esto condicionado por la presencia de DI, pudiendo aumentar del 8% al 20% por la presencia de esta.

El desafío en pacientes con daño neuronal está en el desarrollo de métodos, instrumentos, técnicas y abordajes de rehabilitación que logren una mejoría clínica de la persona con lo presentado en este caso con diagnóstico de epilepsia acompañada de TEA donde se ha visto comprometida el área lingüística. Surgen alternativas que buscan obtener progresos en la capacidad de comunicación, independencia y aumentar la esperanza de vida, como la intervención conductual intensiva temprana (EIBI) ha demostrado buenos resultados en el estudio efectuado por Smith et al.¹⁰, donde hubo una mejora sobre el coeficiente intelectual, área visoespacial, lenguaje expresivo, habilidades sociales motoras y aspectos comportamentales. Por otro lado, el método de análisis de comportamiento aplicado (ABA) como lo destaca Roane et al.¹¹, por medio de atención, imitación y recreación apuntalan una mejora sobre aristas sociales, comunicativas, expresivas y habilidades motoras.

La aplicación del método Glenn Doman en este caso se plantea como alternativa frente a un niño de 3 años con hitos motores correspondiente a 1 año 6 meses, respondiendo a la necesidad de mejorar habilidades lingüísticas y socioafectivas, gracias a la implementación de estímulos entregados a través de imágenes, sonidos, juegos, control conductual, soporte educativo y familiar, lineamientos que concuerdan con las recomendaciones expuestas a nivel mundial¹⁰⁻¹². Los resultados obtenidos en este caso pudiesen deberse como lo menciona Doman et al.¹², a una mejora en la reorganización neuronal, sin embargo, estudios como el de Sparrow et al.¹³, menciona no generar mejoras significativas al comparar percepción visual y lenguaje tras la intervención, del mismo modo Avramova et al.¹⁴, consideran en su reciente investigación con población pediátrica utilizar el método Glenn Doman

en conjunto con soporte del área de fisioterapia, terapia ocupacional y estimulación para mejorar la actividad motora. Todo lo expuesto en el presente documento debe ser tomado con cautela, ya que si bien los resultados muestran una marcada mejora a la aplicación del método Glenn Doman, no puede ser extrapolado para todos los casos, por esta razón se exhorta a la realización de futuras investigaciones.

Perspectiva del paciente

La representante legal del niño comenta que evidencia un gran avance al mostrarse más comunicativo con terceros, lograr captar la atención del niño, ejecución más prolífica de las actividades diarias y mejor conducta social.

V. REFERENCIAS

1. Mastrangelo M. Epilepsy in inherited neurotransmitter disorders: Spotlights on pathophysiology and clinical management. *Metab Brain Dis* [Internet]. 2021;36(1):29–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11011-020-00635-x>
2. Pisani F, Orsini M, Braibanti S, Copioli C, Sisti L, Turco EC. Development of epilepsy in newborns with moderate hypoxic-ischemic encephalopathy and neonatal seizures. *Brain Dev* [Internet]. 2009 [citado el 28 de mayo de 2022];31(1):64–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2008.04.001>
3. Donovan APA, Basson MA. The neuroanatomy of autism - a developmental perspective. *J Anat* [Internet]. 2017;230(1):4–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/joa.12542>
4. Rosenow F, Klein KM, Hamer HM. Non-invasive EEG evaluation in epilepsy diagnosis. *Expert Rev Neurother* [Internet]. 2015;15(4):425–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1586/14737175.2015.1025382>
5. Wachtel EV, Hendricks-Muñoz KD. Current management of the infant who presents with neonatal encephalopathy. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* [Internet]. 2011;41(5):132–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cppeds.2010.12.002>
6. Berg AT, Plioplys S. Epilepsy and autism: is there a special relationship? *Epilepsy Behav* [Internet]. 2012;23(3):193–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yebeh.2012.01.015>
7. Richard AE, Scheffer IE, Wilson SJ. Features of the broader autism phenotype in people with epilepsy support shared mechanisms between epilepsy and autism spectrum disorder. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2017;75:203–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.12.036>
8. Matsuo M, Maeda T, Sasaki K, Ishii K, Hamasaki Y. Frequent association of autism spectrum disorder in patients with childhood onset epilepsy. *Brain Dev* [Internet]. 2010;32(9):759–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.braindev.2010.05.005>
9. Woolfenden S, Sarkozy V, Ridley G, Coory M, Williams K. A systematic review of two outcomes in autism spectrum disorder - epilepsy and mortality: Review. *Dev Med Child Neurol* [Internet]. 2012;54(4):306–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04223.x>
10. Smith DP, Hayward DW, Gale CM, Eikeseth S, Klintwall L. Treatment gains from Early and Intensive Behavioral Intervention (EIBI) are maintained 10 years later. *Behav Modif* [Internet]. 2021;45(4):581–601. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0145445519882895>
11. Roane HS, Fisher WW, Carr JE. Applied behavior analysis as treatment for autism spectrum disorder. *J Pediatr* [Internet]. 2016;175:27–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.04.023>
12. Doman RJ, Spitz EB, Zucman E, Delacato CH, Doman G. Children with severe brain injuries. Neurological organization in terms of mobility. *JAMA* [Internet]. 1960;174:257–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1960.03030030037007>
13. Sparrow S, Zigler E. Evaluation of a patterning treatment for retarded children. *Pediatrics* [Internet]. 1978 [citado el 28 de mayo de 2022];62(2):137–50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/693151/>

14. Valerieva Avramova M. The effect of Doman-Delacato and Perfetti methods in children with spastic hemiplegic Cerebral Palsy. Knowledge International Journal [Internet]. 2018 [citado el 28 de mayo de 2022];28(2):449–54. Disponible en: <http://ikm.mk/ojs/index.php/KIJ/article/view/2558>



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA PARA MUJERES EN EMBARAZO Y POSPARTO CON IUE. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

María Camila Borja González^a, Luisa Gabriela Dorado Ararat^a y Vanessa Soraya Ibarra Arroyo^{b*}

^a Estudiantes de Fisioterapia, Corporación Universitaria Iberoamericana, Colombia.

^b Docente de Fisioterapia, Corporación Universitaria Iberoamericana, Colombia.

* Correo principal: vsiarroyo@yahoo.com

Resumen— La Incontinencia Urinaria (IU) asociada al embarazo y en las mujeres posparto es denominada Incontinencia Urinaria de Esfuerzo (IUE), caracterizada por la pérdida de orina que está causada por un esfuerzo físico que provoca un aumento de la presión abdominal y que condiciona un problema higiénico y/o social⁵. Así mismo, dentro de los signos y síntomas propios de esta dolencia encontramos: el aumento de la frecuencia miccional, pérdida de orina ante un esfuerzo, dolor en el bajo vientre o descenso del suelo pélvico⁷; siendo muy importante la intervención y tratamiento desde la fisioterapia para la preservación de la calidad de vida de esta población, con el Objetivo de: Reconocer la efectividad de las diferentes técnicas fisioterapéuticas como tratamiento de la incontinencia urinaria por esfuerzo en mujeres embarazadas y posparto desde lo que dicta la evidencia científica. **Método:** de carácter cualitativo, diseño sistemático exploratorio, de estudio descriptivo y de tipo correlacional cuantitativo. **Resultados:** en este estudio se incluyeron un total de 50 artículos. Los datos de acuerdo a las variables y el número de veces que se repiten de acuerdo a los artículos. Resaltando las variables de mujeres con IUE, suelo pélvico, edad, calidad de vida, embarazadas y posparto que fueron las que más predominaron en esta investigación. **Conclusiones:** se recomienda integrar y adecuar las distintas técnicas para el tratamiento de la IUE en mujeres embarazadas y posparto desde un enfoque individualizado según la valoración inicial para obtener mejores resultados.

Palabras clave— Calidad de vida, embarazadas, IUE, posparto y suelo pélvico.

Abstract— Urinary Incontinence (UI) associated with pregnancy and in postpartum women is called Stress Urinary Incontinence (SUI), characterized by loss of urine that is caused by physical exertion that causes an increase in abdominal pressure and conditions a problem hygienic and/or social⁵. Likewise, within the signs and symptoms of this ailment we find: increased micturition frequency, loss of urine upon exertion, pain in the lower abdomen or descent of the pelvic floor⁷; being very important the intervention and treatment from physiotherapy for the preservation of the quality of life of this population, with the objective of: Recognizing the effectiveness of the different physiotherapy techniques as treatment of stress urinary incontinence in pregnant and postpartum women from the dictated by scientific evidence. **Method:** qualitative, exploratory systematic design, descriptive and quantitative correlational study. **Results:** a total of 50 articles were included in this study. The data according to the variables and the number of times they are repeated according to the articles. Highlighting the variables of women with SUI, pelvic floor, age, quality of life, pregnant and postpartum that were the most prevalent in this investigation. **Conclusions:** it is recommended to integrate and adapt the different techniques for the treatment of SUI in pregnant and postpartum women from an individualized approach according to the initial assessment to obtain better results.

Keywords— Quality of life, pregnant women, SUI, postpartum and pelvic floor.

I. INTRODUCCIÓN

La incontinencia urinaria (IU), es definida por la Sociedad Internacional de Continencia (ICS) como la pérdida involuntaria de orina. Por su parte, para “La Incontinencia Urinaria por Esfuerzo (IUE) es la pérdida involuntaria de orina referida por la paciente asociada a maniobras de esfuerzo”⁴.

Varios estudios muestran una prevalencia de la IU del 30-35% en el tercer trimestre del embarazo, siendo principalmente una incontinencia de esfuerzo (IUE); en el postparto, el porcentaje de IU se reduce al 7-12%, pero son cifras muy superiores a la prevalencia global de IU en mujeres en edad fértil⁶.

Esto afectando la calidad de vida cuando prevalece en mujeres postparto, debido a que, actualmente es una situación subdiagnosticada, que se considera un suceso de alta incidencia y prevalencia, pero solo un pequeño número de personas que la padece buscan atención médica y otras simplemente realizan cambios en su cotidianidad para sobrellevarla, como: evitar actividades sociales y físicas, limitar la ingesta de líquidos que hace frecuente los viajes al baño y el uso de protectores, entre otros. Aunque la IU no constituye un riesgo para la vida, puede generar un profundo impacto psicológico, físico, mental, social, higiénico y económico para la sociedad, y puede afectar la calidad de vida e interferir en las actividades cotidianas en todas las dimensiones de la persona¹.

Objetivo General:

Reconocer la efectividad de las diferentes técnicas fisioterapéuticas como tratamiento de la incontinencia urinaria por esfuerzo en mujeres embarazadas y postparto desde lo que dicta la evidencia científica.

Objetivos Específicos:

- Identificar las técnicas más utilizadas en el tratamiento fisioterapéutico para la incontinencia urinaria en mujeres embarazadas y postparto.

- Comparar las técnicas de rehabilitación para incontinencia urinaria que generan mayores beneficios en mujeres embarazadas y postparto.
- Exponer recomendaciones generales de las técnicas que los fisioterapeutas deberían proyectar para aplicar un programa de incontinencia urinaria para mujeres embarazadas y postparto.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Enfoque

Es de carácter cualitativo ya que se pueden plantear preguntas antes, durante y después de la recolección y análisis de los datos por medio de la naturaleza, carácter y propiedades de las técnicas fisioterapéuticas empleadas en el tratamiento de la población. Mediante la lógica inductiva permitiendo explorar de lo particular a lo general para determinar su efectividad.

Tipo de estudio

Diseño: Sistemático exploratorio-Entendiendo que se realizara una síntesis de la evidencia sobre las diferentes técnicas fisioterapéuticas del tratamiento de la incontinencia urinaria por esfuerzo en mujeres embarazadas y postparto, describiendo el conocimiento existente sobre el mismo. Generando hipótesis, estableciendo líneas de investigación, o bases para la elaboración de informes técnicos

De estudio descriptivo ya que busca especificar las características más importantes de los artículos seleccionados desde lo que dicta la evidencia para interpretar e identificar la efectividad de las diferentes técnicas fisioterapéuticas.

Alcance: Correlacional de tipo cuantitativo al asociar variables mediante un patrón predecible para la población de mujeres embarazadas y postparto, por medio de la prueba estadística paramétrica del coeficiente de correlación de Pearson para identificar el grado de asociación entre dos o más variables, medir, cuantificar y

analizar las puntuaciones recogidas con los mismos participantes o caso⁸.

Relacionando conceptos como:

- Las diferentes técnicas desde la fisioterapia para el tratamiento de mujeres con IUE.
- Las diversas biomecánicas del Suelo Pélvico (SP) y resultados de una mujer a otra.

Finalidad: Es conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico⁸.

De tipo analítico teniendo en cuenta que, explican la naturaleza de carácter experimental de:

Fenómenos: Considerando la variable de incontinencia urinaria por esfuerzo.

Causas: Reconocer las propiedades biomecánicas del suelo pélvico en mujeres con IU.

Consecuencias: Variable de fuerza muscular.

Temporalidad: De tipo transversal, ya que recolectan datos en un solo momento, describen variables y analizan su incidencia e interrelación en un momento dado. De acuerdo a lo anterior se estudiarán los resultados obtenidos según las diferentes técnicas de tratamiento para la IU en las mujeres embarazadas y posparto según los cambios de la variable de fuerza muscular.

Población

Revisión sistemática de artículos específicos sobre mujeres embarazadas y posparto con IUE, con una ventana de publicación no mayor a 5 años.

Universo

El universo es finito ya que se conoce el número específico por medio de las estadísticas de las mujeres embarazadas y posparto que tienen IUE.

Características y selección de artículos

Criterios de Inclusión:

- Artículos que tengan de población mujeres embarazadas y postparto que cursen incontinencia

urinaria de esfuerzo.

- Artículos con una ventana de tiempo de los últimos 5 años.
- Artículos en los idiomas inglés, español y portugués.

Con un grado de recomendación: Mínimo de B, es decir un volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2++, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestren gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ o 1+.

Nivel de evidencia: De 1++, es decir meta-análisis (MA), de alta calidad, revisiones sistemáticas (RS) de ensayos clínicos o ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo.

Criterios de exclusión:

- Artículos que tengan de población a mujeres posmenopáusicas con IUE.
- Artículos que tengan de población a mujeres menores de 18 años con IUE.
- Artículos que tengan de población a mujeres que hayan tenido un parto por cesárea.
- Artículos que tengan de población mujeres embarazadas y posparto que realicen algún deporte de alto rendimiento.

Criterios de búsqueda:

Urinary incontinence AND pelvic floor weakness OR pelvic floor muscle strength.

Incontinencia urinaria Y debilidad del suelo pélvico O fuerza de los músculos del suelo pélvico. Se considera las bases de datos PUBMED, EBSCO, MDPI, BMC, SCIELO, DIALNET PLUS, NIH, ELSEVIER y NCBI.

Técnicas e Instrumentos para la recolección de información:

Matriz bibliométrica.

Técnicas e Instrumentos para el análisis de la información:

Revisión por títulos

- Lectura de abstract (para determinar pertinencia)
- Selección
- Lectura completa de los artículos seleccionados
- Análisis

III. RESULTADOS

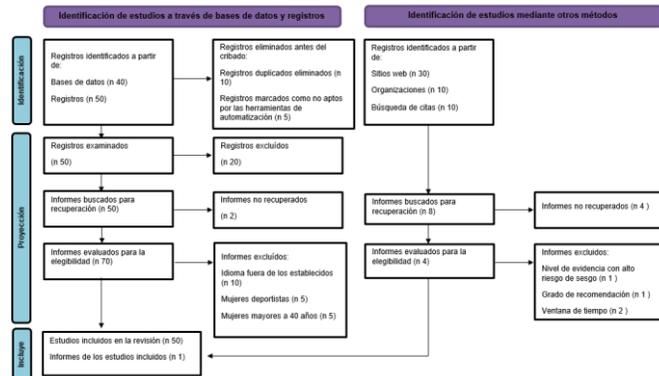


Ilustración 1.- Diagrama de flujo

Los resultados preliminares del análisis de este estudio se obtuvieron por medio de la recolección de 50 artículos.

Dividiendo los datos de acuerdo a las variables y el número de veces que se repitieron de acuerdo a los artículos, los cuales se evidencian en la siguiente tabla (Tabla 1), resaltando las variables de mujeres con IUE, suelo pélvico, edad, calidad de vida, embarazadas y posparto que fueron las que más predominaron en esta investigación.

| Variable/Término | N.º de veces que se repite |
|------------------------|----------------------------|
| Mujeres con IUE | 36 |
| Kinesioterapia pélvica | 3 |
| Electroestimulación | 7 |
| Hipopresivos | 3 |
| Laser vaginal | 3 |
| Pilates | 7 |
| Suelo pélvico | 33 |

| | |
|------------------------------|----|
| Ejercicios de Kegel | 2 |
| Peso | 5 |
| Ultrasonido | 2 |
| Parto vaginal | 9 |
| Edad | 24 |
| Posparto | 16 |
| Embarazadas | 17 |
| Cirugía | 6 |
| Disfunción del suelo pélvico | 8 |
| Fortalecimiento pélvico | 7 |
| Calidad de vida | 18 |
| Estimulación magnética | 4 |
| Conos vaginales | 4 |
| Entrenamiento vibratorio | 3 |
| Biorretroalimentación | 6 |

Tabla 1.- Elaboración propia

Además, para complementar la (Tabla 1) se llevó a cabo un análisis profundo sobre cada variable, teniendo en cuenta: la definición conceptual, operacional, dimensiones, indicadores y escalas de medición identificadas en la Tabla 2.

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|---------------------------|--|--|---|---|--------------------|
| 1. Mujeres con IUE | Pérdida involuntaria de orina referida por la paciente asociada a maniobras de esfuerzo | Historia clínica. Cuestionarios de síntomas. Exploración física. Análisis de orina. Registro o diario miccional. | Embarazadas Mujeres de parto natural | Perdida involuntaria de orina | Razón |
| 2. Kinesioterapia pélvica | Enfocada en el área de piso pélvico es una terapia que contempla técnicas kinésicas orientadas a mejorar cualquier distorsión presente en patologías urológicas o ginecológicas. | Control y coordinación perineal (muscultura de piso pélvico) | Muscultura del suelo pélvico | Hábitos vesicales y defecatorios | Ordinal |
| 3. Electroestimulación | Se trata de impulsos eléctricos, provocan contracciones musculares. Logrando la neuromodulación periférica del suelo pélvico | Historia clínica Electromiografía | Contracción de la musculatura del suelo pélvico | Tareas de ejercicio Programas o juegos | Razón |
| 4. Hipopresivos | Ejercicios posturales en los cuales se consigue una disminución de la presión intraabdominal acompañado con respiración en apnea. | Presión intraabdominal Tono basal de los músculos del suelo pélvico | Muscultura del suelo pélvico | Postura Perímetro abdominal Respiración | Nominal |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|---------------------|
| 5. Laser vaginal | Es un procedimiento rápido e indoloro que utiliza tecnología láser para restaurar la pared vaginal | Ecografía transperineal tridimensional (3D) cuestionario del índice de función sexual femenina (FSFI). Cuestionario de consulta internacional sobre incontinencia, formato corto (ICIQ-UISF) | Suelo pélvico | Cambios anatómicos del engorgamiento vaginal Función sexual femenina | Ordinal |
| 6. Pilates | Al hacer Pilates, adoptar una técnica de respiración estándar es muy importante y ayuda a activar los músculos estabilizadores profundos, especialmente el transverso del abdomen en relación con la pelvis, lo que mejora la fuerza de la pelvis y el tronco. | Grado de trauma perineal intraparto Grado de dolor pélvico y lumbar (embarazadas) | Ejercicios del piso pélvico | Prevención y tratamiento de las lesiones del piso pélvico. Estabilización de la articulación de la cadera. Alivia el dolor pélvico y la lumbalgia durante el embarazo. | Ordinal |
| 7. Suelo pélvico | El suelo pélvico es un grupo de músculos que cierra la parte inferior del abdomen con ayuda de la aponeurosis (fascia), la cual es una membrana fibrosa que sirve para la inserción de los músculos, ayudando a sostener órganos de distintos sistemas como, la vejiga, el útero y una porción distal intestinal: recto y ano. | Cambios anatómicos y fisiológicos | Suelo pélvico | Hábitos y estilos de vida Frecuencia de actividad física Nutrición Identificar emociones | Ordinal |
| 8. Ejercicios de Kegel | Ejercicios para los músculos de piso pélvico para mejorar su función y tono; y con ello minimizar la incontinencia urinaria posterior al parto. | Ejercicios del suelo pélvico | Presión Uretral | Positivo Negativo | Ordinal |
| 9. Peso | El peso es la fuerza que ejerce la gravedad sobre una masa. La masa se mide en kilogramos(kg) o en gramos(g). El peso se mide en Newton(N) o kilogramos fuerza. Puede utilizarse como una técnica de tamizaje para el diagnóstico de incontinencia urinaria con componente de esfuerzo, en | Kg IMC | Debilidad en la musculatura del suelo pélvico | Peso | Razón |
| 10. Ultrasonido transperineal 3-D | de tamizaje para el diagnóstico de incontinencia urinaria con componente de esfuerzo, en | Topografía vaginal | Suelo pélvico | Cambios anatómicos y fisiológicos del SP | Nominal |
| 11. Parto vaginal | Es la forma tradicional de parto en la que el bebé sale del útero hacia el exterior a través de la vagina. | Historia clínica Entrevista Electromiografía Resultados de Citología | Musculatura del suelo pélvico | Cambio anatómico vaginal Hábitos vesicales y defecatorios | Escala de Razón |
| 12. Edad | Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia. | Año de nacimiento Documento de identificación Aspecto físico | Edad | Adolescencia Adultez | Escala de intervalo |
| 13. Posparto | Es el período de tiempo que engloba las primeras seis a ocho semanas después del parto (aproximadamente, cuarenta días). Es una etapa de grandes cambios en el cuerpo de la mujer, ya que todos los órganos involucrados en el embarazo y el parto vuelven a su estado anterior. | Historia clínica Cuestionario de síntomas | Recuperación anatómica y fisiológica del puerperio | Cambio anatómico y fisiológico del suelo pélvico Cambio anatómico vaginal | Escala de razón |
| 14. Embarazadas | Período que transcurre entre la concepción (fecundación de un óvulo por un espermatozoide) y el parto; durante este período el óvulo fecundado se desarrolla en el útero. | Entrevista Revisión de documentos médicos | Transformación del cuerpo de la mujer | Cambios en el útero Aumento de volumen abdominal Falta de período menstrual | Escala de razón |
| 15. Cirugía | Procedimiento para extirpar o reparar una parte del cuerpo, o para determinar si hay una enfermedad. | Entrevista Cuestionario de síntomas Observación de la cicatriz | Intervención quirúrgica | Mayor Menor | Escala ordinal |
| 16. Disfunción del suelo pélvico | Es un grupo de trastornos que cambian la manera en que las personas tienen movimientos intestinales ya veces causan dolor pélvico. | Exploración física Entrevista Cuestionario de síntomas | Ensanchamiento del hiato del suelo pélvico Descenso por debajo de la línea pubococcygea | Incontinencia Urinaria Alteraciones en las relaciones sexuales Embarazadas Posparto | Escala nominal |
| 17. Fortalecimiento pélvico | Es fundamental para prevenir y mejorar trastornos relacionados, así como dolor en la zona. Ayudan a fortalecer los músculos bajo el útero, la vejiga y el intestino (intestino grueso). | Test valorativo del funcionamiento de los ejercicios Exploración física | Músculos del suelo pélvico | Ejercicios de contracciones concéntricas Incontinencia urinaria | Escala nominal |
| 18. Calidad de vida | Es un conjunto de factores que da bienestar a una persona, tanto en el aspecto material como en el emocional. | Test de preguntas sobre la calidad de vida | Bienestar social Bienestar personal Bienestar emocional | Relaciones interpersonales Descarrollo personal Salud Autoestima Sentimientos | Escala de razón |
| 19. Estimulación magnética | Procedimiento no invasivo que consiste en estimular la corteza cerebral. | Interpretación de resultados | Tratamiento no invasivo para IU Pulsos magnéticos | Fortalecimiento de los músculos del piso pélvico Restablecimiento el control vesical | Escala nominal |
| 20. Conos vaginales | Dispositivos en forma de cono que se colocan en la vagina obligando al suelo pélvico a contraerse. | Test para evaluar la eficacia de este dispositivo | Entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico | Aumento del tono muscular del suelo pélvico Coordinación de la musculatura perineal | Escala ordinal |
| 21. Entrenamiento vibratorio | Se basa principalmente en la transmisión de estímulos vibratorios a través del organismo mediante una plataforma vibratoria. | Entrevista Cuestionario de síntomas después de este entrenamiento | Estímulos vibratorios | Fortalecimiento suelo pélvico | Escala ordinal |
| 22. Biofeedback/ biofeedback | El biofeedback es un equipo que permite localizar y mejorar el control de la musculatura de piso pélvico (estructura musculatura de la parte baja de la pelvis). | Interpretación de resultados | Grado de contracción muscular | Tono muscular del suelo pélvico Automatismo del suelo pélvico | Escala nominal |

Tabla 2.- Variables/Términos IUE. Elaboración propia

Tabla 3.- Variables/Términos IUE. Elaboración propia

Posteriormente se filtró esta información quedando un total de 28 artículos, los cuales se evidencian en la Tabla 3:

| Autor | ni | ri | Mejoría según las técnicas de fisioterapia |
|--------------------------------|-------|-------|---|
| Long, C.Y et al. (2022) | 220 | -0.05 | Un total de 50 mujeres con incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE) con datos completos mostró que la mejoría sintomática se observó en 37 siendo el 74% con el tratamiento láser Er:YAG |
| Hyun, A.H et al. (2022) | 18 | -0.05 | Ocho semanas de ejercicio de tele-Pilates en el hogar dieron como resultado un aumento limitado de la grasa corporal y aumentaron la fuerza pélvica, lo que redujo la inclinación pélvica causada por el embarazo. Además, redujo el dolor de espalda y alivió los trastornos del suelo de forma similar al Pilates presencial. |
| Elshaby et al (2021) | 68 | 0.297 | El entrenamiento muscular del suelo pélvico asistido por biofeedback con electroestimulación es tan eficaz como la neuromodulación anogenital y la neuromodulación tibial posterior en el tratamiento de la incontinencia urinaria mixta en mujeres. |
| Ghandali, N.Y et al (2021) | 110 | 0.05 | El pilates durante el embarazo disminuye la duración de la fase activa y la segunda etapa del trabajo de parto, además reduce el dolor de parto, pero se evidencia que este no reduce significativamente la necesidad de episiotomía y cesárea, a pesar de ello, se recomienda que este método se realice desde el inicio del segundo trimestre y continúe por más de 8 semanas en mujeres embarazadas. |
| Yount, S.M et al (2021) | 368 | 0.05 | Las mujeres que practicaban ejercicios de Kegel durante el embarazo reportaron menos síntomas de IU después del nacimiento. Una revisión Cochrane de Woodley et al. 21 determinó que los ejercicios de Kegel durante el embarazo llevan a disminuir el riesgo de IU en un 29 % a mediados del período posnatal (3 a 6 meses después del nacimiento), el estudio de Ko et al. 38 reportaron una disminución del 18% al 24% y Mason et al. 29 notaron una disminución del 11,7%, este estudio mostró una disminución del 17% a los 3 meses, donde los resultados recomiendan el uso de Kegels para prevenir y tratar la IU. |
| Von Aurburg, N et al. (2021) | 12479 | 0.4 | No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la actividad física y la incontinencia urinaria durante el embarazo |
| Wu, X et al. (2021) | 1967 | 0.001 | La biofeedback electromiográfica se puede considerar como un adyuvante del entrenamiento de los músculos del suelo pélvico para el tratamiento de la IUE, los resultados fueron la tasa de curación y mejoría, la puntuación relacionada con los síntomas, el cambio en la fuerza muscular del piso pélvico y la vida sexual |
| Liang, Y et al. (2021) | 130 | 0.05 | 76 de las participantes (58.5 %) experimentaron síntomas de pérdida de orina durante el embarazo. Para la gravedad de la IU 81 de las mujeres participantes (62.3 %) se clasificaron como leves, 43 como (33.1 %) moderadas y 6 como (4.6 %) graves. En cuanto a los tipos de IU, 80 (61.5%) participantes se agruparon en incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE), 18 de ellos (13.8%) en incontinencia urinaria de urgencia (IUEU) y 32 (24.6%) en incontinencia urinaria mixta |
| Falah-Hasani, K et al. (2021) | 211 | 1.47 | La actividad física de leve a moderada puede tener un efecto protector sobre la musculatura del suelo pélvico y puede disminuir el riesgo de desarrollar IUE, las actividades de alto impacto pueden aumentar el riesgo de desarrollar IUE. De hecho, en un estudio, se encontró una correlación negativa moderada entre el nivel de actividad y la presión vaginal en reposo en el grupo de incontinencia de esfuerzo (r = -0.46 (p = 0.04), mientras que se encontró una correlación positiva débil en el grupo de control r = 0.38 (p = 0.02) |
| Feria-Ramírez, C et al. (2021) | 72 | 0.05 | Hubo menor incidencia de laceración durante el parto (13.3% del total) entre aquellas mujeres que asistieron a las sesiones de Pilates que entre las que asistieron únicamente a las clases prenatales habituales (36.7%), con una prevalencia de 16,7% y 54,2%, respectivamente. |
| Rajavoori, A et al. (2021) | 547 | 0.01 | Las mujeres con IU antes o durante el embarazo y que son primíparas tienen un mayor riesgo de IU posparto. La prevalencia de IU durante el embarazo fue del 39,5% y tres meses después del parto del 16,1%. Para prevenir y reducir los factores de riesgo, las mujeres embarazadas deben recibir asesoramiento de forma rutinaria. |
| Rocha, M et al. (2020) | 73 | 0.05 | Diversificar las posturas durante el trabajo de parto parece ser una buena estrategia para facilitar el parto vaginal y la eficacia del uso de la pelota suiza en términos de disminuir para reducir el dolor de espalda y el parto |

| | | | |
|------------------------------------|-------|--------|--|
| Mothagi Dastaneji, B et al. (2020) | 90 | 0.5 | Por medio del pilates se buscó reducir la depresión, disminuir el dolor de espalda y mejorar la salud mental materna con una duración e intensidad: 2 sesiones de 30 minutos por semana durante 12 semanas con intensidad moderada (8-10 ejercicios de fuerza por sesión). |
| Woodley, S et al. (2020) | 10832 | 0.94 | El EMPP prenatal disminuyó levemente el riesgo de IU en la mitad del período posnatal, EMPP prenatal en mujeres con o sin IU probablemente reduce el riesgo de IU al final del embarazo 22 % menos, y puede reducir ligeramente el riesgo a mediados del período posnatal. |
| Pres, T et al. (2020) | 43 | 0.021 | Este protocolo de EMSP redujo la IU en mujeres embarazadas. El programa permitió una mejoría significativa en la cantidad de pérdida de orina y un aumento en la fuerza del músculo del suelo pélvico. |
| Navarro-Brazález, B et al. (2020) | 99 | 0.05 | Los tratamientos de fisioterapia multimodales basados en EMSP, HE o ambos, y todos incluyen un programa educativo, la manipulación de habilidad y ejercicios en el hogar, redujeron significativamente los síntomas de PFD, mejoraron la calidad de vida y mejoraron la fuerza y el tono de PFM entre mujeres con diferentes combinaciones de leves. |
| Berhe, A et al. (2020) | 317 | 0.25 | La prevalencia de incontinencia urinaria fue del 23%. Los factores contribuyentes que tuvieron una asociación estadísticamente significativa con la incontinencia urinaria fueron la edad gestacional 9,6%, paridad 6,32%, aborto espontáneo previo 6,28%, estreñimiento 8,25%, problema respiratorio 6,31%, y músculo del suelo pélvico débil 7,55% . |
| Mazur-Bialy, A et al. (2020) | 1602 | 0.0001 | Los mejores métodos modernos de fisioterapia como apoyo al tratamiento quirúrgico o independiente que se encontraron fueron: PFM, estimulación eléctrica, estimulación magnética y entrenamiento de vibración de cuerpo completo. |

| | | | |
|--------------------------------------|------|-------|---|
| Prak, M et al. (2019) | 300 | 0.05 | Tanto el entrenamiento combinado del músculo MFP y del músculo sinérgico (TrA), como los ejercicios aislados del MFP mejoran la CV de las mujeres con IUE. No obstante, la fisioterapia muscular combinada FPM y TrA es más efectiva. Los ejercicios para el MSP y el músculo sinérgico dan mejores resultados en mujeres que han dado a luz menos de tres veces que los ejercicios aislados del MSP. |
| Molina, E et al. (2019) | 73 | 0.001 | La Asociación Española de Fisioterapia indica que en el posparto inmediato no se deben realizar ejercicios abdominales tradicionales, sino que deben ser hipopresivos. En el posparto tardío, se debe comenzar a partir de la sexta semana, tratándose también de GAH. El hecho de que no se recomienda la realización de ejercicios abdominales tradicionales en el posparto se debe a que hay estudios que demuestran que estos producen un efecto negativo, ya que mejora al tono de base del suelo pélvico, disminuyendo la fuerza de este. |
| Lin, K. L. et al. (2019) | 100 | 0.001 | Se encontraron mejoras significativas tanto en la frecuencia urinaria como en la incontinencia 6 meses después del tratamiento con láser Er:YAG en comparación con los resultados iniciales siendo el 75.5 %. |
| Álvarez-Tovar, L.M et al. (2019) | 38 | 0.015 | De 38 pacientes, solo 52% alcanzó una elevación de la pu con ejercicios de Kegel. Se encontró una falta de respuesta a los ejercicios en pacientes con sobrepeso (p=0.015). |
| Caixeta Neto, A. G et al. (2018) | 80 | 0.83 | Entre todos los pacientes (n=80), el 17,5% de las embarazadas y el 20% de las puérperas conocían el papel de la fisioterapia en el tratamiento, no hubo diferencias significativas entre los grupos (p=0.77). En los pacientes con incontinencia urinaria (n=27), estas cifras fueron del 23,5% y el 20% para las mujeres embarazadas y puérperas, respectivamente, que no difirieron estadísticamente (p=0,83). |
| Marjorie, J. M et al. (2018) | 98 | 0.18 | La prevalencia de IU fue del 52%, asociándose con las siguientes condiciones: actividad extenuante 73%; urgencia urinaria 67% y ausencia de cualquiera 20%. Sin embargo, el subtipo de IU más predominante fue con actividad extenuante (63%). |
| Lausen, A et al. (2018) | 103 | 0.05 | Las mujeres que asistieron a clases de Pilates y que tenían una menor gravedad de los síntomas al inicio del estudio: mejoró de la autoestima (p = 0.032), disminución de la vergüenza social (p = 0.026) y menor impacto en las actividades diarias normales (p = 0.025). Por el contrario, las mujeres con mayor gravedad de los síntomas mostraron una mejoría en sus relaciones personales (p = 0.017). |
| Saboaia, D. M et al. (2018) | 56 | 0.026 | Todos los estudios utilizaron el Entrenamiento de la Musculatura del Piso Pélvico como principal intervención para la prevención de la incontinencia urinaria y los resultados de las intervenciones apuntaron a un efecto positivo y efectivo del mismo en el posparto. |
| Espitia De La Hoz, F.J et al. (2017) | 6942 | 0.01 | En el grupo B, a las seis semanas de seguimiento de la última sesión, los resultados de curación se acercaron al 57,7%, los resultados de mejoría superaron la tercera parte de las pacientes de acuerdo a la rehabilitación del suelo pélvico; mientras que en el grupo A, los resultados fueron del 66,6% en curación a las seis semanas de seguimiento de la última sesión de acuerdo al tratamiento láser CO2 fraccionado. |
| Cohen-Quintana, C et al. (2017) | 20 | 0.05 | El 50% de las mujeres presentó IU durante el embarazo, siendo el 95% de ellas incontinencia de esfuerzo. Existe una relación estadísticamente significativa en el aumento de la fuerza del piso pélvico, posterior a las ocho semanas de entrenamiento de piso pélvico. La progresión de la fuerza de piso pélvico fue de (p < 0.05) mediante ejercicios de fortalecimiento de la musculatura del piso pélvico. |

En la tabla anterior se puede evidenciar la efectividad de cada técnica fisioterapéutica para la IUE de acuerdo a lo que propone cada autor; por lo que, se llevó a cabo el análisis estadístico de correlación de Pearson como parámetro de medida el cual arrojó los siguientes resultados:

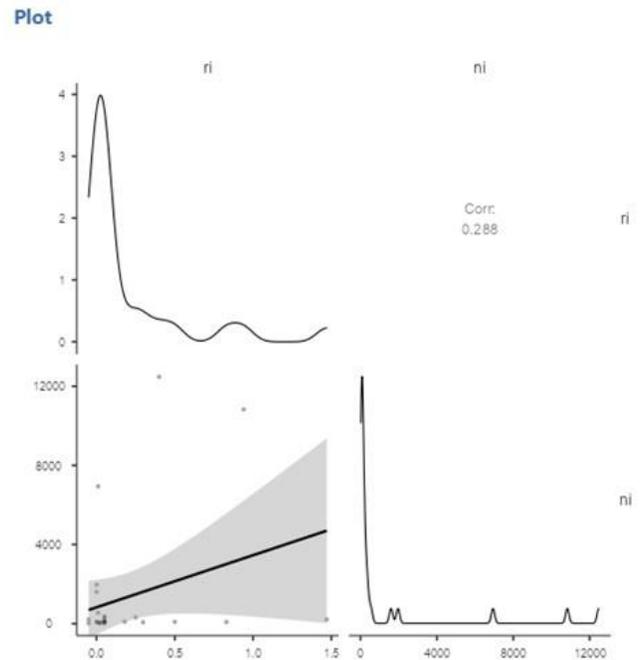
Correlation Matrix

| Correlation Matrix | | ri | ni |
|--------------------|--------------|--------|----|
| ri | Pearson's r | — | — |
| | p-value | — | — |
| | 95% CI Upper | — | — |
| | 95% CI Lower | — | — |
| | N | — | — |
| ni | Pearson's r | 0.288 | — |
| | p-value | 0.137 | — |
| | 95% CI Upper | 0.597 | — |
| | 95% CI Lower | -0.095 | — |
| | N | 28 | — |

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Tabla 4.- Matriz de correlación. Elaboración propia

Del número de casos correlacionados (N=28), se obtuvo como valor de coeficiente (r= 0.288) indicando una correlación positiva débil con una significancia de P=0.137, es decir que, cuando una variable aumenta, la otra también tiende a aumentar, pero de manera débil y que se puede observar en la (Gráfica 1).



Gráfica 1.- Plot. Elaboración propia

Por lo tanto, estos resultados nos indican que es necesario realizar más investigaciones para seguir fortaleciendo sobre las técnicas fisioterapéuticas para el tratamiento de la IUE y obtener una correlación positiva perfecta.

IV. DISCUSIÓN

Se obtuvo que, la terapia muscular o los ejercicios musculares del suelo pélvico son términos que se pueden usar igualmente con los ejercicios de Kegel con una trayectoria desde 1940, considerándose el tratamiento de primera línea para la IU.

Donde la autora Susana M. Yount y compañía en el 2021 en su estudio sobre “La Experiencia prenatal y posparto, conocimiento y compromiso con los ejercicios de Kegel” indicaron que, las mujeres sin IU que hicieron los ejercicios de Kegel de forma preventiva tenían un 62 % menos de probabilidades de presentar esta patología al final del embarazo y un 29 % menos durante más de 3 a 6 meses después del parto (9).

Además, encontrando que esta patología es más frecuente en una edad media de 31,4 años, con un índice de masa corporal (IMC) de 25,2 (Sobrepeso) antes del embarazo y con prevalencia en la raza blanca (n= 320, 87%) y no hispana (n= 316, 86%) (9).

Acerca de la aplicación de los ejercicios de pilates durante el embarazo, Ghandali y demás miembros en el año 2021 mencionaron que esta técnica reduce significativamente la intensidad del dolor de parto, la duración de la fase activa, la segunda etapa del parto y aumenta la satisfacción materna del proceso de parto (3). Por lo cual Feria y compañía en el año 2021 también está de acuerdo con los autores mencionados anteriormente ya que indica que el pilates durante el embarazo es muy importante para evitar lesiones en el suelo pélvico generando un gran impacto en la calidad de vida de la mujer (2).

Adicionalmente, las nuevas soluciones miniinvasivas para el tratamiento de la IUE con dispositivos de energía láser, en particular, el láser de dióxido de carbono fraccionado microablativo y el láser Erbium-YAG no ablativo, muestra una mejora subjetiva significativa con una tasa de curación entre el 21 % y el 38 % pero que presenta una reducción del efecto entre los 6 y los 24-36 meses (9).

V. CONCLUSIONES

Se recomienda integrar y adecuar las distintas técnicas para el tratamiento de la IUE en mujeres embarazadas y posparto desde un enfoque individualizado según la valoración inicial para obtener mejores resultados, donde los fisioterapeutas promuevan y motiven a las mujeres para realizar el plan de tratamiento durante el embarazo y el posparto, independientemente del estado de incontinencia.

Considerando que hay datos limitados sobre la educación de Kegel que reciben las mujeres durante el embarazo y su experiencia con la realización de estos ejercicios, hay que evaluar la calidad y la frecuencia adecuada para cada madre para obtener mejores resultados y disminuir la prevalencia de esta patología.

VI. REFERENCIAS

1. Carreño LM, Angarita-Fonseca A, Pinto AL, Delgado AN, García LM. Calidad de vida relacionada con salud e incontinencia urinaria en mujeres con exceso de peso de Bucaramanga, Colombia. *Ciencias de la Salud*. 2015 Feb 27;13(1):63–76.
2. Feria-Ramírez C, González-Sanz JD, Molina-Luque R, Molina-Recio G. The Effects of the Pilates Method on Pelvic Floor Injuries during Pregnancy and Childbirth: A Quasi-Experimental Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Jun 30;18(13):6995.
3. Ghandali NY, Iravani M, Habibi A, Cheraghian B. The effectiveness of a Pilates exercise program during pregnancy on childbirth outcomes: a randomised controlled clinical trial. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 2021 Jul 2;21(1).

4. González La Rotta M, Bravo-Balado A, Ramos A, Plata M. Incontinencia urinaria de esfuerzo femenina: aproximación racional a su diagnóstico y manejo. *Revista Urología Colombiana / Colombian Urology Journal*. 2018 May 25;27(02):115–25.

5. Lendínez-Extremera AB. Efectividad de las diferentes técnicas de Fisioterapia en mujeres con incontinencia urinaria causada por el embarazo. Revisión narrativa. *Cuestiones de Fisioterapia [Internet]*. 2019 May [cited 2022 May 9];48(2):116–26. Available from: <https://search-ebshost-com.iberobasesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=136264524&lang=es&site=ehost-live>

6. Martín-Martín S, Pascual-Fernández Á, Álvarez-Colomo C, Calvo- González R, Muñoz-Moreno M, Cortiñas-González J. R. Incontinencia urinaria en embarazo y postparto. Factores de riesgo asociados e influencia de los ejercicios del suelo pélvico. *Archivos Españoles de Urología [Internet]*. 2014;67(4):323-330. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181045777006>

7. Palacios López A, Díaz Díaz B. Fisioterapia en incontinencia urinaria de embarazo y postparto: una revisión sistemática. *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*. 2016 Jul;43(3):122–31.

8. Roberto Hernández Sampieri, Mendoza C. Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Education; 2018

9. Yount SM, Fay RA, Kissler KJ. Prenatal and postpartum experience, knowledge and engagement with kegels: a longitudinal, prospective, multisite study. *Journal of Women's Health*. 2020 Sep 15;30(6).



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA EN PACIENTE CON SÍNDROME DE SJÖGREN EN PERIODO DE FEBRERO A JUNIO DE 2021. REPORTE DE CASO

María Fernanda Bonilla Caro^{a*}

a Licenciada en fisioterapia, Universidad del Valle de México, Campus Puebla.
Correo principal: feer.bonilla@hotmail.com

Resumen— El presente trabajo brinda información de manera detallada sobre un caso clínico de una paciente con Síndrome de Sjögren. Las sesiones de fisioterapia se llevaron a cabo durante un período de 5 meses; estas se realizaron cada tercer día por un período aproximado de una hora. La paciente presentó las siguientes manifestaciones clínicas: artralgia, mialgias, xerofalmía, xerostomía, parestesias y resequead de la piel. Para poder llegar a este diagnóstico diferentes especialistas le solicitaron estudios de laboratorio y gabinete. El 9 de julio de 2020, es diagnosticada por su reumatóloga con Síndrome de Sjögren. Por otra parte, algunas intervenciones fisioterapéuticas fueron: hidroterapia en muñeca y mano bilateral, ejercicio terapéutico con progresión del peso, movilizaciones pasivas de articulaciones del miembro superior, corriente electroestimulación nerviosa transcutánea (TENS) e interferenciales (IF) durante 15 a 20 minutos en las articulaciones antes mencionadas, entre otras modalidades terapéuticas. La exploración fisioterapéutica permitió identificar qué músculos y articulaciones comenzaban a afectarse debido al proceso reumatológico; haciendo que el desempeño en sus actividades se viera gravemente afectado. Como conclusión, la fisioterapia logró que se alcanzaran objetivos como: aumentar rangos de movimiento, fortalecer miembros superiores e inferiores, disminuir dolor, mejorar la marcha, disminuir edema en mano, muñeca y rodilla izquierda; permitiendo que la paciente desempeñara sus actividades sin ninguna limitación.

Palabras clave— Síndrome de Sjögren, artralgia, fisioterapia, mialgia.

I. INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Sjögren es una enfermedad reumatológica autoinmune, afectando con mayor frecuencia al género femenino, siendo su etiología por atrofia de glándulas exocrinas; que van a ocasionar que se produzcan en menor cantidad secreciones glandulares haciendo que se manifiesten los síntomas y signos: sequedad ocular, sequedad oral, artralgias, mialgias, rigidez articular, entre otros. El conocer y manejar correctamente esta patología será de mucha importancia para la población afectada y personal del área de la salud; para que así, en fisioterapia se pueda realizar una correcta intervención y disminuir las molestias que manifieste el paciente.

Lamentablemente esta patología es muy poco conocida y fácilmente se puede confundir con la artritis reumatoide, por lo que se debe hacer correctamente una valoración fisioterapéutica; por medio de escalas, pruebas específicas, entre otras, que permitirán obtener información para poder hacer un correcto diagnóstico funcional; logrando mejorar el desempeño en las diferentes actividades de las personas que manifiesten este padecimiento.

II. INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Paciente femenina de 56 años con diagnóstico médico de Síndrome de Sjögren, con 1 año 4 meses de evolución. Los hallazgos más relevantes fueron que presentaba una afección completa por dolor en múltiples articulaciones, debido a una deficiencia grave en las articulaciones de las manos y los dedos con proceso inflamatorio y deficiencia moderada en la inflamación de la rodilla izquierda; lo que provocaba una dificultad severa para desplazarse en diferentes terrenos, también para el aseo personal y el vestido. No utilizaba ningún auxiliar de la marcha, la presencia de familiares y amigos eran facilitadores completos.

A continuación, se menciona la información más significativa de la paciente: femenina de 54 años, acudió por primera vez a fisioterapia el 5 de agosto de 2020; ingresó consciente, orientada y cooperadora. Se inició con el siguiente interrogatorio: Antecedentes heredo – familiares: abuelo paterno finado a causa de un paro cardíaco, abuela paterna finada por traumatismo craneoencefálico, abuelo materno finado debido a embolia, abuela materna finada por neumonía, padre finado debido a paro cardíaco y madre viva, diagnóstico de osteoporosis y bronquitis crónica.

Antecedentes personales no patológicos: Paciente radica en Puebla, estado civil: divorciada, ocupación: directora de producción, casa: rentada y con todos los servicios (luz, agua y drenaje). No lleva un régimen alimenticio, come 3 veces al día y toma medio litro de agua al día. Toxicomanías: fumó desde los 17 años hasta los 31 años, con un promedio de media cajetilla al día. Era bebedora social de los 20 años hasta los 40 años.

Antecedentes personales patológicos: Paciente fue intervenida quirúrgicamente en 1997 por cesárea y hernia inguinal. En 2007 tuvo esguince cervical de segundo grado debido a choque automovilístico.

Dentro de los resultados que se obtuvieron al realizar intervenciones anteriores, no hubo estudios relevantes sobre la hernia inguinal; debido a que el médico sólo realizaba exploración y palpación; ya que se encontraba

en el séptimo mes de embarazo. Así mismo no se tuvo detalle del esguince de cuello debido a que la aseguradora no proporcionó la información.

Hallazgos

En el área de fisioterapia se llevó a cabo la exploración física, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados: en el examen manual muscular se consiguió una puntuación de 3 en abducción de hombro izquierdo, flexión de codos, pronación de antebrazo izquierdo y flexión de muñecas. Mientras que se tuvo una puntuación de 1 en flexión de hombros, rotación interna y externa de hombros, desviación cubital de muñecas y desviación radial de muñeca izquierda.

El análisis de la marcha arrojó los siguientes hallazgos: fase del choque de talón disminuida, realizando el choque con el medio pie y sin presencia de braceo, disminución de la disociación escapular y pélvica. En el soporte medio la cresta ilíaca izquierda se encuentra ascendida. La marcha era antiálgica y con una velocidad disminuida; haciendo evidente la alteración articular y muscular.



Imagen 1.- Análisis dinámico de la marcha

Línea de tiempo

La evolución de la enfermedad fue la siguiente: paciente femenino de 54 años asistió con traumatólogo el 11 de junio del 2020 por dolor en manos evaluado con la escala numérica verbal (ENV) de 7/10 y este le diagnosticó artrosis. La paciente manifestaba un dolor intenso en manos y percibe molestia en pies; por lo que regresó el 15 de junio con el traumatólogo.

El 22 de junio acudió con el traumatólogo quien cambió su diagnóstico al de artritis reumatoide, debido a que el dolor resultaba insoportable y se derivó al área de reumatología; donde se solicitaron estudios de laboratorio.

El 9 de julio la reumatóloga recibió los estudios de laboratorio y le diagnostica Síndrome de Sjögren, le indicando un periodo de 2 meses para observar la evolución, en el transcurso de este tiempo la paciente percibía un dolor de 10/10 valorado con ENV durante el día, en articulaciones de manos, hombros, más en hemicuerpo derecho y fatiga; generando que no pudiera conciliar el sueño.

anticuerpos anti-peptido cíclico citrulinado, anticuerpos antinucleares. A partir del 25 de junio, los estudios se le facilitaron a la paciente 12 días después de haberlos solicitado. Imagen 2.

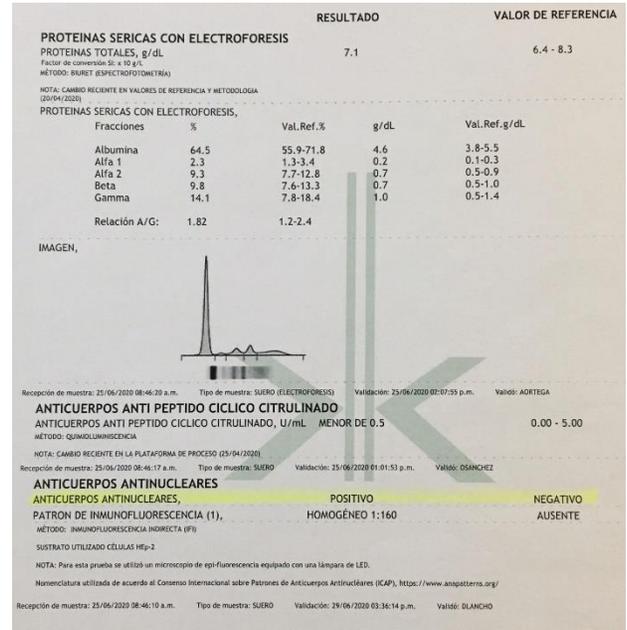


Imagen 2.- Estudio de laboratorio que confirma el diagnóstico de Síndrome de Sjögren

| Articulación | Movimiento | 7ra Sesión | | | | 8va Sesión | | | |
|--------------|----------------------|-----------------|-----|------------------------|----|-----------------|------|------------------------|----|
| | | Goniometría | | Examen manual muscular | | Goniometría | | Examen manual muscular | |
| | | Rango articular | | Fuerza muscular | | Rango articular | | Fuerza muscular | |
| Hombro | Flexión | 45° | 40° | 2- | 2- | 100° | 100° | 4+ | 4+ |
| | Extensión | 13° | 25° | 2- | 2- | 60° | 60° | 4+ | 4+ |
| | Abducción horizontal | 40° | 25° | 2- | 2- | 45° | 45° | 4+ | 4+ |
| | Aducción horizontal | 10° | 8° | 2- | 2- | 35° | 35° | 4+ | 4+ |
| | Abducción vertical | | | 2- | 2- | | | 4+ | 4+ |
| | Rotación interna | 15° | 18° | 2- | 2- | 70° | 70° | 4+ | 4+ |
| Codo | Flexión | 21° | 17° | 3 | 3 | 100° | 90° | 4+ | 4+ |
| | Extensión | 0° | 0° | 2- | 2- | 0° | 0° | 4+ | 4+ |
| Antebrazo | Pronación | 10° | 13° | 2- | 2- | 75° | 71° | 4+ | 4+ |
| | Supinación | | | 2- | 2- | 77° | 73° | 4+ | 4+ |
| Muñeca | Flexión | | | 2- | 2- | 90° | 90° | 4+ | 4+ |
| | Extensión | | | 2- | 2- | 30° | 30° | 4+ | 4+ |
| | Desviación cubital | | | 2- | 2- | 30° | 30° | 4+ | 4+ |
| | Desviación radial | | | 2- | 2- | 25° | 25° | 4+ | 4+ |

Tabla 1.- Comparación de intervenciones empleando goniometría y examen manual muscular

Diagnóstico

La reumatóloga solicitó realizar los siguientes estudios de laboratorio: química sanguínea con ácido úrico, perfil de lípidos de diferentes densidades, electrolitos séricos, deshidrogenasa láctica, amilasa sérica, hierro sérico completo, biometría hemática: serie roja, serie blanca, vitamina D, tirotrópina sérica, función hepática parcial, factor reumatoide, proteínas séricas con electroforesis,

Por medio de diferentes estudios de laboratorio y las manifestaciones clínicas que presentaba la paciente, la reumatóloga brindó el diagnóstico de Síndrome de Sjögren y de igual manera con base a su sintomatología la ginecóloga la diagnosticó con menopausia.

En fisioterapia, una de las dificultades que presentó fue al momento de realizar la goniometría; ya que debido al dolor, no fue posible la medición de arcos de movimiento de las articulaciones de hombros, codos, antebrazos y muñecas.

Enseguida se menciona el pronóstico del área de fisioterapia que se realizó con base a la sintomatología de la paciente.

Objetivos del paciente: Disminuir dolor, rigidez articular, aumentar rangos de movimiento de extremidades superiores y mejorar marcha.

Objetivo general: Mejorar calidad de vida del paciente.

Objetivos a corto plazo: Disminuir edema y dolor de mano, muñeca y rodilla izquierda.

Objetivos a mediano plazo: Aumentar rangos de movimiento de extremidades superiores, reeducar marcha y fortalecer miembros superiores e inferiores.

Objetivos a largo plazo: Mejorar propiocepción e higiene de postura.

Intervención

Traumatólogo:

Junio 11, 2020 diprospan hypak 5 mg.
 ossopan 600 mg.

Junio 15, 2020 dorsal 200 mg.
 velian 25 mg/10 ml.

Junio 22, 2020 vartolon compositum 1.5 g.

Reumatóloga:

Junio 23, 2020 calcort 30 mg.
 bristafлам 60 g.

Julio 9, 2020 filarin 100 mg
 calcort 30 mg.

Septiembre 17, 2020 filarin 20 mg.
 calcort 30 mg.
 piascledine 300 200 mg.

Octubre 20, 2020 filarin 20 mg.
 calcort 30 mg.

Noviembre 11, 2020 ferranina fol 100 mg.
 plaquenil 200 mg.

Diciembre 18, 2020 calcort 30 mg.
 novovartolon 1500 mg.

Abril 29, 2021 olumian 4 mg.
 calcort 30 mg.
 plaquenil 200 mg.

Febrero 1, 2022
a la fecha olumian 4 mg.

En el área de fisioterapia se realizaron las siguientes intervenciones terapéuticas:

Corriente TENS, durante 15 minutos, colocándose en diferentes articulaciones de hombros, antebrazos y muñecas. Corriente IF en rodillas por 20 minutos.

Hidroterapia para mano y muñeca, realizando movilizaciones activas de muñecas, 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 3.- Hidroterapia para mano derecha

Estiramientos activos de miembros superiores e inferiores durante 15 segundos. Movilizaciones pasivas de articulaciones interfalángicas, 3 series de 12 repeticiones. Fortalecimiento de miembros superiores con mancuernas de ½ kilo, 3 series de 15 repeticiones.



Imagen 4.-Fortalecimiento concéntrico de bíceps

Se presentaron cambios significativos, debido a que la paciente fue constante en sus terapias. Se realizaban movilizaciones activas de miembros superiores y se cambió a fortalecimiento con mancuernas; ya que la paciente empezó a tener mayor fuerza muscular. Se hicieron estiramientos de miembros inferiores y se modificó a fortalecimiento isométrico e isotónico; por lo que mejoró el rendimiento muscular.

III. RESULTADOS Y SEGUIMIENTO

La combinación de los medicamentos junto con fisioterapia permitió que la paciente tuviera un desempeño significativo en sus actividades.

En el área de fisioterapia se utilizó el índice de Barthel, en el que se obtuvieron 71 puntos; indicando una dependencia leve. Se realizó escala de Tinetti; teniendo un riesgo medio de caídas.

Se hicieron pruebas específicas y los resultados fueron los siguientes: prueba Finkelstein (positiva), prueba de rechinar (positiva), signo de Froment (positiva), prueba de liberación anterior (positiva), prueba de Ellman (positiva), prueba de surco (negativa), prueba de Neer (negativa), prueba de Jobe (positiva), prueba de caída del brazo (negativa) y prueba de Gerber (positiva).

La paciente se mostró todo el tiempo con muy buena disposición, sin rechazo de las actividades y tratamientos, acudiendo cada tercer día a sus sesiones de fisioterapia, mostrando empeño y apegándose adecuadamente al tratamiento.

A finales de agosto del 2020, la paciente notó una caída de cabello que era más evidente cuando realizaba su aseo personal. El 7 de noviembre del mismo año asistió con su ginecólogo, quien la refirió con medicina interna y dermatología, tras evidenciar aumento en la presión arterial y caída excesiva de cabello.

Por otra parte, el 24 de marzo del 2021, la paciente no acudió a fisioterapia debido a que fue intervenida

quirúrgicamente; ya que tenía dos microcalcificaciones amorfas en mama izquierda. Posteriormente a la cirugía se le colocó catéter y la ginecóloga le ordenó reposo de 2 a 3 semanas.

IV. DISCUSIÓN

Al concluir las 38 sesiones de fisioterapia, la paciente mejoró significativamente: aumentó fuerza muscular, la amplitud de rangos de movimiento era mayor, el dolor disminuyó en extremidades superiores e inferiores; permitiendo desempeñarse sin limitaciones en sus actividades de la vida diaria.

Se realizó una correcta intervención en fisioterapia y se analizaron a detalle los resultados que se obtuvieron en las pruebas específicas, la piedra angular de un proceso de reintegración funcional siempre será una adecuada historia clínica; ya que en ella se recolectó la información más significativa de la paciente; así como datos que permitieron llevar a cabo un mejor tratamiento.

La incidencia del Síndrome de Sjögren ocurre en mujeres de 50 años, con prevalencia de 9 mujeres por 1 hombre afectado. En México, hay 1 paciente por cada 2,500 personas, entre el 0.5% y el 3% de la población lo manifestará¹.

La información de este padecimiento en el área de fisioterapia es limitada, pero en el área médica existe más evidencia al respecto.

Analizando el artículo López, C., Saiz, L., López S., (2018) y las sesiones de fisioterapia se generaron las siguientes conclusiones: ambas pacientes presentaron menor fatiga, disminuyeron su percepción al dolor, se redujeron los cuadros de depresión; logrando así mejorar la calidad de vida de las pacientes².

Con base al artículo Ibarra, J.L., Quidequeo, D. G., Eugenin, D.A., Beltrán, E.A., Ricci, S.R., Fernández, M.J., (2015) y a que los síntomas musculoesqueléticos son parecidos entre osteoartritis y Síndrome de Sjögren,

se utilizó el tratamiento de hidroterapia. Se optó por el uso de hidroterapia, por los beneficios que podían compartirse con el caso presentado, tal como la disminución del dolor, reducción de la rigidez articular, mejoría en la calidad de vida y la función física, que se observaron siempre y cuando los pacientes llevaran 6 semanas de seguimiento³. El estudio del caso, obedece a la necesidad de documentar la intervención fisioterapéutica en un padecimiento poco común y que requiere involucrar a diferentes profesionales que permitan el diagnóstico certero y el tratamiento de los diferentes sistemas afectados.

Por otra parte, la principal limitación para este caso fueron el dolor; ya que este dificultaba el desempeño para algunas actividades que se le solicitaban a la paciente; esto hacía que el tratamiento se modificara. Así mismo, por tratarse de un caso solamente, no es posible establecer recomendaciones, pero el presente estudio puede preceder la realización de estudios con mayor número de pacientes. Una vez se tiene el diagnóstico médico, es posible establecer los objetivos para la recuperación funcional.

Perspectiva del paciente

Bajo la opinión de la paciente: “La inmovilidad y el dolor severo hacían que necesitara ayuda en todo momento, tanto para peinarme como para vestirme. Al sugerirme sesiones de fisioterapia, estuve escéptica y molesta, ya que pensé que solo me causarían más dolor y no tendría mejoría. No creí ver resultados tan favorables y conforme realizaba los ejercicios, me di cuenta de que estaba en un error y que mi cuerpo lograba moverse con más facilidad, también se fortalecían mis brazos y piernas, poco a poco fui realizando actividades que antes me resultaban imposibles, como caminar. Me mandaron psicología, porque al ser una mujer muy activa, me resultaba imposible de creer que ahora me convertí en una mujer totalmente dependiente; lo cual me deprimió mucho. Estoy muy agradecida con las sesiones de fisioterapia; ya que estas me permitieron caminar, ser nuevamente independiente y regresar paulatinamente a mi vida cotidiana”.

Agradecimientos

Agradezco especialmente al M.D.P. Miguel Ángel Carreto Pérez, quien confió en este trabajo desde un principio, me guió académicamente con su experiencia y profesionalismo. De igual manera, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación profesional.

Especial agradecimiento para la Universidad Del Valle de México, Campus Puebla, por formarme como profesionista y brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

V. REFERENCIAS

- 1.- López R. Síndrome de Sjögren: uno de los principales trastornos autoinmunes. [Internet]. Citado (19, octubre, 2022). Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/salud/sindrome-de-sjogren-uno-de-los-principales-trastornos-autoinmunes>
- 2.- López C., Saiz L., López S. Beneficios del ejercicio físico en pacientes con Síndrome Sjögren primario: estudio de un caso. Revista de Educación, Motricidad e Investigación. [Internet]. Citado (6, Julio, 2022) Disponible en: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/15286/Beneficios_del_ejercicio_fisico.pdf?sequence=2
- 3.- Ibarra J., Quidequeo D., Eugenin D., Beltrán E., Ricci S., Fernández M. Efectividad de la hidroterapia para disminuir el dolor y mejorar la calidad de vida y función física en adultos con osteoartritis de rodilla: revisión sistemática. [Internet]. Citado (6, Julio, 2022). Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462015000400005>



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES PARA LA EXACERBACIÓN DE LA ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC). UNA REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

Adriana Hernández Calderón^{a*}, Jennifer Ramírez Hernández^a, Karen Lorena Rodríguez Carreño^a y Ramón Eduardo Carreño Salazar^b.

^a Fisioterapeuta. Estudiante de Especialización en Fisioterapia en Cuidado Crítico. Corporación Universitaria Iberoamericana.

^b Fisioterapeuta. Magister en Educación, Especialista en cuidado crítico. Docente Especialización en Fisioterapia en Cuidado Crítico. Corporación Universitaria Iberoamericana.

*Correo principal: 0510adrianahernandez@gmail.com

Resumen— Introducción: La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) se caracteriza por exacerbaciones asociadas a factores climáticos y la exposición de los contaminantes del aire e infecciones respiratorias, se ha documentado que la educación mejora las habilidades de autocuidado y evita las condiciones agravantes. Es importante que el fisioterapeuta respiratorio conozca los factores de riesgo ambientales en la exacerbación y cómo contrarrestarlos según la evidencia científica con el fin de liderar procesos educativos. Objetivo: Analizar los factores de riesgo ambientales para la exacerbación de la EPOC que se recomienda incluir en los procesos de educación según la literatura publicada entre 2017 hasta el 2022. Metodología: Revisión integrativa de la literatura utilizando la estrategia PICOT y bitácoras de exploración. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos para seleccionar los documentos que fueron sometidos a lectura completa y análisis bibliométrico y cualitativo. Resultados: Se incluyeron un total de 100 documentos, de los cuales el 56% fueron estudios analíticos, predominantes del continente asiático (60%) y con un comportamiento cronológico incremental desde el año 2017 hasta el 2021. El análisis cualitativo mostró que los niveles de temperatura y humedades bajas, elevadas precipitaciones y exposición a material particulado se asocian con exacerbaciones agudas de la EPOC (EAPEOC). Conclusión: El fisioterapeuta tiene rol activo en toda la atención directa e indirecta del paciente con EPOC promoviendo el autocuidado con un mayor conocimiento sobre la enfermedad y los factores que influyen en su exacerbación, al igual que priorizar el apoyo institucional en la estandarización de políticas medioambientales.

Palabras clave— Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, exacerbación, Contaminación del Aire, Factores Meteorológicos

Abstract— Introduction: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by exacerbations associated with climatic factors and exposure to air pollutants and respiratory infections, it has been documented that education improves self-care skills and prevents aggravating conditions. It is important that the respiratory physiotherapist knows the environmental risk factors for exacerbation and how to counteract them according to scientific evidence in order to lead educational processes. Objective: To analyze the environmental risk factors for the exacerbation of COPD that are recommended to be included in the educational processes according to the literature published between 2017 and 2022. Methodology: Integrative review of the literature using the PICOT strategy and exploration logs. Subsequently, previously established inclusion and exclusion criteria were applied to select the documents that were submitted to complete reading and bibliometric and qualitative analysis. Results: A total of 100 documents were included, of which 56% were analytical studies, predominantly from the Asian continent (60%) and with an incremental chronological behavior from 2017 to 2021. The qualitative analysis showed that the levels of low temperature and humidity, high rainfall, and exposure to particulate matter are associated with acute exacerbations of COPD (ACOPD). Conclusion: The

physiotherapist has an active role in all the direct and indirect care of the patient with COPD, promoting self-care with greater knowledge about the disease and the factors that influence its exacerbation, as well as prioritizing institutional support in the standardization of environmental policies.

Keywords— Pulmonary Disease, Chronic Obstructive, Recurrence, Air Pollution, Meteorological Concepts

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una anomalía de las vías respiratorias pequeñas que genera una limitación del flujo de aire que ocasiono 3,23 millones de muertes en 2019, llevándola a ser la tercera causa de defunción a nivel mundial, convirtiéndola en un problema de salud pública siendo la mayor causa de morbilidad crónica en el mundo, conllevando al 90% de las defunciones en países de bajos y de medianos ingresos. Esta patología se caracteriza generar una carga financiera considerable debido a la limitación de la productividad laboral y costos del tratamiento médico¹ por los ingresos hospitalarios debido a exacerbaciones frecuentemente de origen infeccioso, pero que también pueden ser provocadas por otros factores de riesgo, como fumar o la exposición a la contaminación del aire^{2,3}, es así cómo las condiciones climáticas se consideran factores de riesgo para la manifestación de la EPOC, asociado a que se ha confirmado que los factores meteorológicos como la temperatura⁴, la estación⁵ y la humedad relativa (HR)⁶ pueden modificar los efectos de la contaminación del aire, la cual se encuentra relacionada con la morbilidad de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)^{7,8}.

El contaminante atmosférico más perjudicial para la salud humana son las partículas en suspensión (PM), algunas emitidas directamente a la atmósfera, “otras son el resultado de reacciones químicas con gases precursores, a saber, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoniaco y compuestos orgánicos volátiles”⁹, partículas en suspensión de diámetro igual o inferior a 10 y 2,5 micras (μm) (PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$) se convierten en un problema de salud pública, estas partículas ingresan al sistema respiratorio, las $\text{PM}_{2,5}$ pueden ingresar al torrente sanguíneo¹⁰. Por otro lado, la contaminación del aire

podría desencadenar una respuesta inflamatoria exuberante y provocar hiperreactividad de las vías respiratorias (AHR), infiltración pulmonar prolongada y remodelación de tejidos, incluida la formación de enfisema¹¹. La contaminación al medio ambiente aumenta la morbilidad y mortalidad a nivel mundial de las enfermedades respiratorias especialmente en países con medios y bajos ingresos, la Organización Mundial de la Salud documento que la contaminación del aire causa 7 millones de muertes prematuras y que la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la tercera causa de muerte en el mundo, que en 2019 ocasionó 3,23 millones de defunciones¹².

Chen et al¹³ encontraron una relación significativa entre el nivel de contaminación del aire y las hospitalizaciones por EPOC entre personas mayores de 65 años que vivían en Vancouver, posteriormente, Moolgavkar¹⁴ indicaron que gases contaminantes estaban más fuertemente asociados con los ingresos por EPOC y Arbex et al¹⁵ documentaron que la contaminación del aire debe considerarse un factor de riesgo relevante que exacerba la EPOC en entornos urbanos, así mismo, Qiu et al¹⁶ afirmaron que la estación y la humedad relativa modificaron los efectos de los contaminantes gaseosos, aumentando las hospitalizaciones de emergencia por EPOC. Además de los factores meteorológicos, la exposición a los contaminantes del aire¹⁷ y la presencia de infecciones respiratorias¹⁸ se han relacionado como factores de riesgo para la exacerbación de la EPOC, la cual es una condición que favorece el deterioro de la calidad de vida del individuo y limita el desarrollo de sus actividades diarias¹⁹.

Los procesos de educación pueden ayudar a los individuos a reconocer un deterioro en sus síntomas e

iniciar cambios en el tratamiento de forma precoz, lo que reduce el impacto de la exacerbación, los estudios soportan que los planes de educación específicos para EPOC facilitan el reconocimiento y la respuesta a una exacerbación²⁰. El fisioterapeuta respiratorio es el encargado de liderar las sesiones educativas para pacientes con EPOC, por lo tanto, es importante que conozca los factores de riesgo ambientales para exacerbación y cómo contrarrestarlos según la evidencia científica. El objetivo de esta investigación fue analizar los factores de riesgo ambientales para la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) según la literatura publicada entre 2017 y 2022.

II. MÉTODO

Revisión integrativa de la literatura bajo los lineamientos de Whitemore & Knafel²¹ y Guirao Goris²². Se recolectaron artículos y documentos científicos publicados en revistas indexadas en bases de datos PUBMED, COCHRANE LIBRARY, LILACS, REDALYC, SCIELO, se diseñó una estrategia de búsqueda bajo el formato PICOT, el cual se enuncia los principales conceptos y los términos alternativos de la investigación, los cuales fueron seleccionados de los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH). Los términos se podían encontrar en cualquier parte del artículo, título o resumen. Se crearon bitácoras de búsqueda utilizando conectores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”), las ecuaciones de búsqueda utilizadas para cada una de las bases de datos se registraron en un Excel, para organizar la lista de documentos, eliminar los registros duplicados y obtener los textos completos para su posterior revisión, que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: investigaciones o publicaciones en pacientes EPOC, sobre factores meteorológicos y/o contaminación del aire que afecten al paciente con EPOC, que se encontraran en un periodo de tiempo entre el 2017 y el 2022, en español, inglés y/o portugués. Se realiza la exclusión de los artículos y/o investigaciones, que no cumplieran los criterios de inclusión como son: la población pediátrica, no disponibilidad del texto completo, estudios de casos

con información insuficiente, no abordaban los factores ambientales y las exacerbaciones.

Al término de la búsqueda los investigadores seleccionaron la literatura, aplicando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, en caso de discrepancias se pasaron a una tercera revisión para resolver los conflictos de selección. En el proceso de selección se registra según el modelo gráfico PRISMA²³ el cual permitió explicar la identificación, cribado, elegibilidad y selección de estos. A continuación, se sistematizó la información en una matriz documental donde se especificarán datos de publicación, aspectos metodológicos y las intervenciones que aportaron a dar respuesta a la pregunta de investigación para su posterior análisis. Se hizo uso de estadística descriptiva como tablas de frecuencias y porcentajes para para cuantificar la literatura seleccionada en términos de tiempo, lugar de publicación y tipo de estudio^{24,25}, adicionalmente, los resultados fueron descritos con un enfoque cualitativo, con el fin de establecer deducciones, conclusiones y tendencias a partir de los casos analizados²⁵.

III. RESULTADOS Y SEGUIMIENTO

En la búsqueda inicial se hallaron 14.979 documentos, de los cuales se seleccionaron 2.245 después de eliminar duplicados y aplicar filtros de selección, a continuación, se seleccionaron 529 publicaciones según la lectura de títulos y resúmenes en la que se identificaron aspectos de interés de esta investigación. Seguidamente, se excluyeron un total de 364 que no cumplían con los criterios de inclusión. Finalmente, se incluyeron 100 textos para la síntesis cualitativa (Figura 1). El comportamiento cronológico de la literatura en la ventana de tiempo establecida muestra que las publicaciones aumentaron desde el año 2017 (8%) hasta el 2021 (24%) en el que se tuvo la mayor producción sobre factores ambientales que influyen en la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Figura 2).

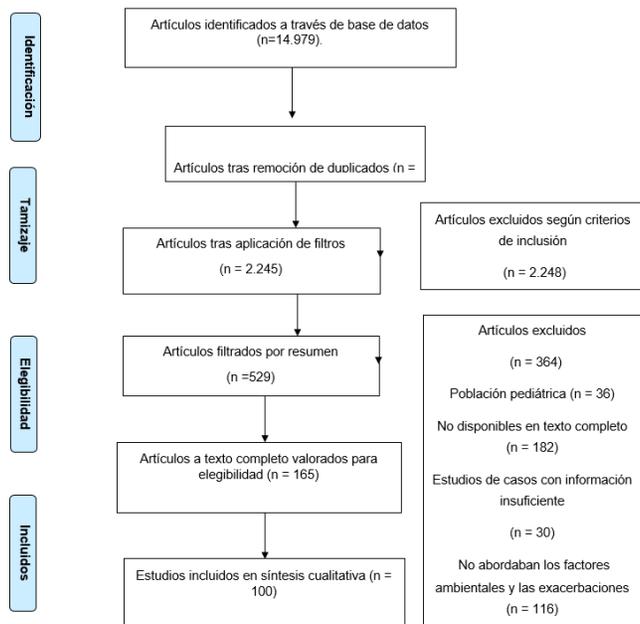


Figura 1.- Selección de estudios / Elaboración propia

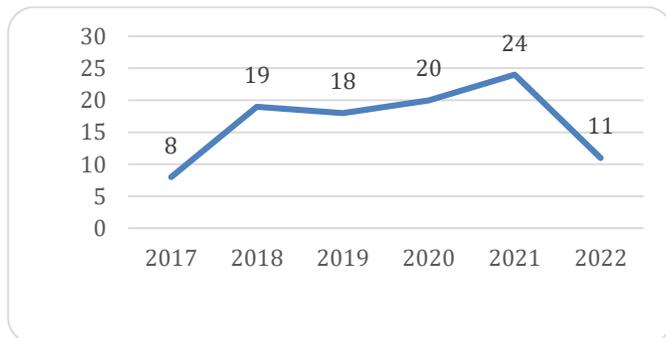


Figura 2.- Años de las publicaciones / Elaboración propia

En la figura 3 se muestra que del total de publicaciones incluidas en el análisis (n=100) el 60% corresponden al continente de Asia, seguido del 23% de Europa, el 11% América del Norte y 6% América del Sur. Lo que permite inferir que no existe una distribución geográfica homogénea en los últimos 5 años sobre los factores ambientales que influyen en las exacerbaciones de los pacientes con EPOC. La metodología utilizada en los estudios analizados se evidencia que el 56% fueron estudios analíticos, continuo se encontraron los estudios descriptivos (12%), las revisiones bibliográficas (8%) y las sistemáticas y metaanálisis (8%), los estudios de cohorte (7%), los estudios experimentales (3%), multicéntricos (3%) y en animales (2%) (Figura 4).

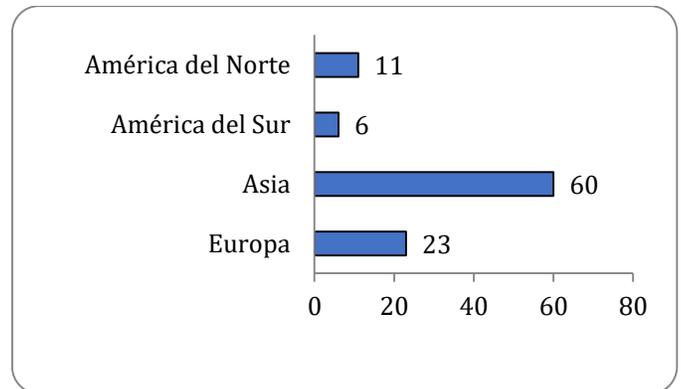


Figura 3.- Lugar de publicación / Elaboración propia

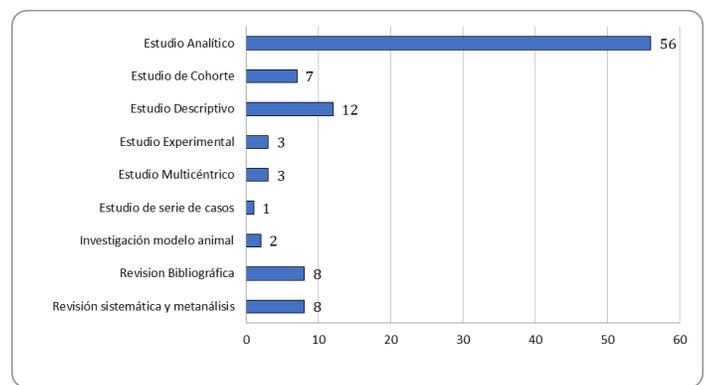


Figura 4.- Metodología / Elaboración propia

El análisis cualitativo determinó que los Niveles de temperatura, bajas humedades y elevadas precipitaciones se asocian con una respuesta inflamatoria y estrés oxidativo en los pacientes con exacerbaciones agudas de la EPOC (EAEPOC), así mismo del aumento en la tasa de mortalidad y asistencia a servicios de urgencia, adicionalmente, los cambios de temperatura repentinos y las temporadas de invierno se asocian con los ingresos hospitalarios por exacerbaciones agudas de la EPOC (EAEPOC) y un mayor riesgo de mortalidad en hombres < 65 años, sin embargo, estas respuestas no ha sido homogéneas para todos los estudios, algunos han variado en la gravedad de las exacerbaciones, presentándose en algunos estudios asociación con las épocas de verano. Adicionalmente, la evidencia encontrada soporta la asociación significativa entre los contaminantes del aire y los parámetros meteorológicos que aumenta el riesgo de exacerbación aguda de la EPOC (EAEPOC). Así mismo, que la exposición a material particulado genera

empeoramiento de la sintomatología, alteraciones de la función pulmonar, aumento de las exacerbaciones y por ende de las consultas a urgencias, siendo las PM2.5, PM10, NO2, ozono troposférico (O3) y dióxido de azufre (SO2) los principales contaminantes asociados a estos efectos. Se documenta que por cada incremento de 10 µg/m3 de PM2,5, PM10, NO2 aumenta el riesgo de exacerbaciones de la EPOC y sus hospitalizaciones, al igual que el riesgo de mortalidad en hombres menores de 65 años. Estos efectos pueden verse agudizados cuando se combinan con la velocidad del tiempo.

IV. DISCUSIÓN

Se ha encontrado una interacción significativa entre las temperaturas más bajas, el aumento en la tasa de mortalidad y la asistencia a los servicios médicos, así mismo, niveles más bajos de humedad y tasas de exacerbación elevadas debido a la transmisión viral, al combinar la presencia de temperaturas y humedad bajas se encontró un aumento de las infecciones respiratorias²⁶⁻²⁸, presencia de disnea grave²⁹ y alteraciones de la función pulmonar³⁰, mientras que Balish et al.³¹, hallaron que las temperaturas bajas y las lluvias se relacionan con un menor número de pasos caminado por los pacientes en el día. Estas respuestas pueden deberse a una mayor condición inflamatoria y respuesta al estrés oxidativo frente al frío, la cual genera aumento significativo ($p < 0,05$) de la actividad biomarcadores como el óxido nítrico sintasa (iNOS), el nivel de factor de necrosis tumoral- α (TNF α) pulmonar y la angiotensina II (ANG II) en tejido pulmonar y plasma³².

Con respecto a los cambios de temperatura estacional, se ha documentado una fuerte asociación con el número de exacerbaciones agudas de la EPOC (EAEPOC) tanto en el hemisferio norte como en el sur, reportando un mayor número de hospitalizaciones por EAEPOC durante los meses de invierno, con un aumento del 4,7 % por cada 1°C de disminución de la temperatura media semanal ($r(2) = 0,599$, $P < 0,001$)³³. So et al.³⁴, encontraron que el riesgo de exacerbaciones de la EPOC fue

significativamente mayor en primavera (RR=1,34), otoño (RR=1,31) e invierno (RR=1,64) que en el verano, aunque las exacerbaciones ocurren con menos frecuencia en el verano, tienden a ser más graves que las exacerbaciones en las otras estaciones ($P = 0,001$), estos hallazgos que coinciden con los de Sharma et al. (2022)³⁵ quienes mostraron que los picos de EAEPOC fueron mayores en invierno que en verano ($p < 0,001$). En contraste, Hoffmann et al.³⁶ identificaron que más pacientes con EAEPOC tuvieron ingresos hospitalarios en los veranos más fríos con respecto a los más calurosos ($p=0,006$), los pacientes con exacerbaciones de la EPOC durante los períodos calurosos de verano tenían con mayor frecuencia un infarto de miocardio previo ($p = 0,014$) y eran fumadores activos ($p = 0,011$), mientras que los que presentaron EAEPOC durante los veranos más fríos tenían un índice de comorbilidad de Charlson más alto, mayor probabilidad de tener antecedentes de enfermedades vasculares periféricas ($p = 0,016$) o tumores ($p = 0,004$).

Así mismo, la relación entre la exposición de cambios repentinos de temperatura entre días vecinos (T24h) y el número de ingresos hospitalarios por EPOC se ve afectada de forma más evidente por la caída de temperatura (T24h < 0 °C) que por aumento de temperatura (T24h > 0 °C), determinando un riesgo relativo (RR) más alto (1,005, IC del 95 %: 0,994-1,017) de ingresos hospitalarios por EPOC por cada 1°C que se incrementa los cambios repentinos de temperatura, siendo los efectos del aumento de la temperatura más representativos en mujeres >65 años, mientras que los descensos de temperatura tienen consecuencias mayores en hombres <65 años³⁷. Estos efectos son equiparables a los evidenciados en la investigación de Tian et al.³⁸ en el que el riesgo de hospitalización por EPOC aumenta significativamente con el incremento de temperatura día a día e interdiario en un 24 y 18% respectivamente, con una mayor vulnerabilidad en hombres < 64 años.

La evidencia ha demostrado que los periodos fríos se asocian con un aumento de los ingresos a urgencias³⁹ y las hospitalizaciones por EAEPOC, con incremento de la severidad según la intensidad y duración de las bajas

temperaturas, adicionalmente, las olas de frío provocan un mayor riesgo de hospitalizaciones por AEPOC en personas de la tercera edad⁴⁰⁻⁴². Así lo soporta el estudio de Sun et al.⁴³, quienes encontraron asociaciones de hospitalización por frío en enfermedades respiratorias y un factor de riesgo atribuible con tendencia creciente para la EPOC en los últimos 17 años ($p = 0,001$) y el de Wise et al.⁴⁴ en el que el mayor número de agudizaciones (6.646 [34,1 %]) se produjeron en el invierno y el menor (3.198 [16,4 %]) en verano, las agudizaciones graves siguieron el mismo patrón (1.349 [35,4%] vs 611 [16,0%]). Por el contrario, el aumento constante de la temperatura mostró un RR de 1,11 (IC 95%: 1,08 a 1,12) para hospitalizaciones por exacerbaciones de la EPOC^{45,46} y la presencia de temperaturas altas (27 °C) se relacionado con un riesgo elevado de visitas a urgencias para en mujeres de 40 a 64 años⁴⁷.

Se han documentado mayores porcentajes de exacerbaciones en pacientes con EPOC durante las épocas de invierno, especialmente de las exacerbaciones graves (35,4 %) en el hemisferio norte, sin embargo, en el hemisferio sur no se reportaron diferencias significativas entre la frecuencia de exacerbaciones en época de invierno (28,5%) con respecto al verano (22,3%) (33). La temperatura también se ha asociado con la mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica⁴⁸, resultados que también comparte el estudio de Zafirah et al.⁴⁷ al identificar que el riesgo de defunción por EPOC en hombres mayores (40 a 64 años) se relacionó significativamente (RR=1,38) con las temperaturas extremadamente bajas (<14,1°C), al igual que Luan et al.⁴⁹ encontraron mayor riesgo en hombres de la tercera edad expuestos al frío. Sin embargo, existe evidencia heterogénea y no concluyente que apoya un aumento de la mortalidad por enfermedad respiratoria en las oleadas de calor, por lo que se requiere más investigación al respecto⁵⁰.

La literatura demuestra la reciprocidad entre los contaminantes del aire y los parámetros meteorológicos; la temperatura, se correlaciona negativamente con monóxido de carbono (CO), material particulado $\leq 2,5$ μm de diámetro aerodinámico (PM2,5), material

particulado ≤ 10 μm de diámetro aerodinámico (PM10) y dióxido de nitrógeno (NO₂) ($r = -0,13$ a $-0,39$; $p < 0,05$), mientras que con dióxido de azufre (SO₂) y el ozono (O₃) se presenta una correlación positiva significativa con ($r = 0,07$ – $0,37$; $p < 0,05$), además, la humedad relativa se correlacionó negativamente con todos los contaminantes del aire ($r = -0,08$ a $-0,65$; $p < 0,05$) excepto el CO ($r = 0,21$; $p < 0,05$). Se ha llegado a la conclusión que las concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos guardan relación con las admisiones hospitalarias por EPOC^{51,52}.

La investigación de Bao et al.⁵³ encontraron resultados similares a estos, prevaleciendo una correlación negativa entre PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, SO₂ y partículas con un diámetro aerodinámico de 2,5 a 10 μm (PMC) la temperatura y la humedad relativa ($r = 0,11$ a $0,63$; $P < 0,01$ y $r = 0,09$ a $0,38$; $P < 0,01$), igualmente, se ha comprobado que durante los períodos de alta concentración de PM₁₀ se presenta una presión atmosférica menor⁵⁴ y que las concentraciones de PM_{2,5} se asocian inversamente con las temperaturas más bajas⁴⁷, así mismo, el aumento del riesgo de EAPOC en condiciones de temperatura y humedad baja junto con concentraciones elevadas de PM_{2,5}⁵⁵. La relación entre la contaminación del aire y los eventos respiratorios agudos en personas con EPOC ha sido demostrada en estudios epidemiológicos, que justifican un aumento en el número de exacerbaciones, visitas a servicios de urgencia, hospitalizaciones y muertes^{26,56,57}.

Diversos biomarcadores se encuentran relacionados con la cascada inflamatoria en la obstrucción de la vía aérea y al estrés oxidativo generado por temperaturas extremas o exposición a partículas (PM) que conduce a un deterioro de la difusión, pérdida de la función pulmonar e hiperreactividad de las vías respiratorias. Se ha estudiado la asociación de biomarcadores clínicamente relevantes en pacientes con EPOC expuestos a partículas de diferentes diámetros aerodinámico PM_{2,5}⁵⁸⁻⁶¹, PM₁₀ y PMC, NO₂, CO y SO₂^{52,62-65}, por ejemplo, la exposición promedio de 1 año a PM₁₀ se correlaciona positivamente con los niveles de interleucina-6 (IL-6), ubiquitina y beclin-1, y negativamente con la capacidad de difusión

del monóxido de carbono (DLCO) de los pulmones, el nivel de productos finales de glicación avanzada (RAGE) circulante (biomarcador de enfisema) y la saturación de oxígeno arterial, la presencia de niveles de RAGE se asocia a pérdida de la función pulmonar e hiperreactividad respiratoria⁶⁶.

Estos hallazgos sugirieron que la contaminación del aire por material particulado induce la apoptosis de las células epiteliales de las vías respiratorias^{28,67,68}, alteración de la función pulmonar^{54,69-71}, aumento de las visitas a urgencias por exacerbación de la EPOC⁷²⁻⁸⁰, peores síntomas respiratorios, comorbilidades cardiovasculares y un mayor riesgo de exacerbaciones moderadas a muy graves de la EPOC^{26,29,61,81-85}. En modelos animales con EPOC y exposición a PM_{2,5} evidencian cambios patológicos severos observados como un mayor nivel de infiltración de células inflamatorias y una pared alveolar ensanchada, también se encuentran niveles aumentados de marcadores de estrés oxidativo como 8-hidroxiguanosina (8-OHdG), factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas (NF-κB) y hemo oxigenasa-1 (HO-1) ($p < 0,05$)³², al igual que se ha observado que, por cada 10 µg/m³ de aumento de PM₁₀ se produce un aumento del 2,5% en los ingresos hospitalarios, cada de 5 µg/m³ de incremento en la concentración de PM_{2,5} se asoció con una reducción de FEV1 y FVC de 83 mL y 62 mL respectivamente⁸⁶. Existe relación entre los niveles de contaminación ambiental por PM_{2,5} y el número de consultas ambulatorias y hospitalarias por EPOC^{38,87-89}, incrementado el riesgo de exacerbaciones de la EPOC^{55,90}, de igual manera, con el aumento en las concentraciones de PM₁₀, NO₂, CO y O₃ y las exacerbaciones de la EPOC en pacientes mayores^{27, 79,91}.

Estos resultados coinciden parcialmente con los de la investigación de Bao et al.⁵³ quienes identificaron mayor riesgo de visitas médicas ambulatorias por EPOC por un cada incremento de 10 µg/m³ de PM_{2,5} (1,190 %; IC del 95 % = 0,176–2,215), con un riesgo mayor para hombres (1,184 %; IC del 95 %: 0,095~2,284) mayores de 65 años (1,906 %; IC del 95 % = 0,553~3,277), de la misma manera Hoffmann et al.⁹², reconocieron un riesgo

significativo de hospitalización para pacientes con EPOC que se exponen a contaminantes de NO₂ y O₃, riesgo que se incrementa cuando se combina con la velocidad del viento (NO₂: $p < 0,001$, O₃: $p = 0,035$); riesgo de exacerbación de la enfermedad por cada aumento de 10 µg/m³ NO₂ (1,114, IC del 95 %: 1,077 a 1,152), mientras que no se observaron asociaciones con la exposición a PM₁₀ (IC del 95 %: 0,988 a 1,032) o PM_{2,5} (IC del 95 %: 0,966 a 1,019). Cuando la exposición a contaminantes combina concentraciones de NO₂ y O₃ persiste el riesgo de hospitalización por cada 10 µg/m³ O₃ y de NO₂ que se incrementa.

Contrario a los hallazgos Hoffmann et al.⁹² sobre la exposición a PM_{2,5} Raji et al.(2020)⁹³ comprobaron que si hay asociación entre ingresos hospitalarios por EPOC y el incremento de cada 10 µg/m³ PM_{2,5}, sin embargo, coincide con la asociación entre la exposición de NO₂ y el riesgo de ingresos hospitalarios por causa de la enfermedad, especialmente en mujeres. Así mismo, Lu et al.⁹⁴ encontraron asociaciones significativas entre la exposición a corto plazo a PM_{2,5} (1,043; IC 95%: 1,004,1,083), SO₂ (1,081; IC 95 %: 1,026, 1,140), NO₂ (1,045; IC 95 %: 1,005,1,088), O₃ (1,080; IC 95 %: 1,018, 1,147) y la hospitalización por neumonía entre pacientes con EPOC ($p = <0,05$). La exposición a PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, O₃ y SO₂ también se encuentran relacionados con los ingresos hospitalarios por EAPOC^{27,33,43,95-105}. También se ha encontrado que la exposición a concentraciones contaminantes de PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃ y CO tienen una asociación positiva con la muerte por EPOC^{47,106-110}.

En conclusión, los factores meteorológicos que generan mayor impacto en las exacerbaciones agudas de la EPOC, son las temperaturas bajas y sus cambios repentinos especialmente en hombres menores de 65 años, sin embargo, las agudizaciones más graves se pueden presentar con cambios bruscos de temperaturas elevadas, así mismo, estas variaciones en la temperatura pueden repercutir en los contaminantes del aire (PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, O₃ y SO₂), los cuales se encuentran asociados al aumento de las exacerbaciones, las consultas a urgencias y la mortalidad, especialmente ante

incrementos de PM_{2,5}, PM₁₀ y NO₂ que presentan mayor impacto negativo en la calidad de vida y en la función pulmonar de estos pacientes.

V. REFERENCIAS

1. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) [Internet]. Quién.int. [citado el 21 de enero de 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)).
2. Shah T, Press VG, Huisinigh-Scheetz M, White SR. COPD Readmissions: Addressing COPD in the Era of Value-based Health Care. *Chest* [Internet]. 1 de octubre de 2016 [citado 15 de agosto de 2022];150(4):916-26. Disponible en: 10.1016/j.chest.2016.05.002.
3. Kong CW, Wilkinson TMA. Predicting and preventing hospital readmission for exacerbations of COPD. *ERJ Open Res* [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 15 de agosto de 2022];6(2). Disponible en: 10.1183/23120541.00325-2019.
4. Ren C, Tong S. Temperature modifies the health effects of particulate matter in Brisbane, Australia. *Int J Biometeorol*. noviembre de 2006;51(2):87-96.
5. Bell ML, Ebisu K, Peng RD, Walker J, Samet JM, Zeger SL, et al. Seasonal and Regional Short-term Effects of Fine Particles on Hospital Admissions in 202 US Counties, 1999–2005. *Am J Epidemiol* [Internet]. 1 de diciembre de 2008 [citado 15 de agosto de 2022];168(11):1301-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2732959/>
6. Leitte AM, Petrescu C, Franck U, Richter M, Suciú O, Ionovici R, et al. Respiratory health, effects of ambient air pollution and its modification by air humidity in Drobeta-Turnu Severin, Romania. *Sci Total Environ*. 15 de junio de 2009;407(13):4004-11.
7. Wong TW, Lau TS, Yu TS, Neller A, Wong SL, Tam W, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong. *Occup Environ Med*. octubre de 1999;56(10):679-83.
8. Ko FWS, Tam W, Wong TW, Chan DPS, Tung AH, Lai CKW, et al. Temporal relationship between air pollutants and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Hong Kong. *Thorax*. septiembre de 2007;62(9):780-5.
9. Agencia Europea de Medio Ambiente. Cada vez que respiramos. 2022 [citado 2 de noviembre de 2022]; Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/cada-vez-que-respiramos>
10. Organización Mundial De La Salud. Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire [Internet]. 2021 [citado 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
11. August W, Teresa J. Molecular Mechanisms of RSV and Air Pollution Interaction: A Scoping Review. *Int J Mol Sci* [Internet]. 21 de octubre de 2022 [citado 2 de noviembre de 2022];23(20). Disponible en: 10.3390/ijms232012704.
12. Organización Mundial De La Salud. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) [Internet]. 2022. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
13. Chen Y, Yang Q, Krewski D, Shi Y, Burnett RT, McGrail K. Influence of relatively low level of particulate air pollution on hospitalization for COPD in elderly people. *Inhal Toxicol*. enero de 2004;16(1):21-5.
14. Moolgavkar SH. Air pollution and hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in three metropolitan areas in the United States. *Inhal Toxicol*. 2000;12 Suppl 4:75-90.
15. Arbex MA, de Souza Conceição GM, Cendon SP, Arbex FF, Lopes AC, Moysés EP, et al. Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease-related emergency department visits. *J Epidemiol Community Health*. octubre de 2009;63(10):777-83.
16. Qiu H, Yu ITS, Wang X, Tian L, Tse LA, Wong TW. Season and humidity dependence of the effects of

air pollution on COPD hospitalizations in Hong Kong. *Atmos Environ* [Internet]. 1 de septiembre de 2013 [citado 15 de agosto de 2022];76:74-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.026>.

17. Li J, Sun S, Tang R, Qiu H, Huang Q, Mason TG, et al. Major air pollutants and risk of COPD exacerbations: a systematic review and meta-analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 12 de diciembre de 2016 [citado 18 de agosto de 2022];11:3079-91. Disponible en: 10.2147/COPD.S122282.

18. Gerke AK, Tang F, Yang M, Foster ED, Cavanaugh JE, Polgreen PM. Predicting Chronic Obstructive Pulmonary Disease Hospitalizations Based on Concurrent Influenza Activity. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis* [Internet]. 1 de octubre de 2013 [citado 18 de agosto de 2022];10(5):573-80. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/15412555.2013.777400>

19. Campos A A, Cabrera R O, Arancibia H F. Rehabilitación respiratoria en pacientes EPOC: experiencia en Atención Primaria de Salud. *Rev Chil Enfermedades Respir* [Internet]. junio de 2015 [citado 18 de agosto de 2022];31(2):77-85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482015000200002>.

20. Walters JA, Turnock AC, Walters EH, Wood-Baker R. Action plans with limited patient education only for exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2010 [citado 5 de mayo de 2015];5. Disponible en: 10.1002/14651858.CD005074.pub3.

21. Whittemore R, Knafel K. La revisión integradora: metodología actualizada. *J Adv Nurs* [Internet]. 2005;52(5):546-53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>.

22. Goris G, Adolf SJ. Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene* [Internet]. 2015 [citado 28 de octubre de 2022];9(2):0-0. Disponible en: Guirao Goris SJA. Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene* [Internet]. 2015;9(2):0-0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/s1988-348x2015000200002>.

23. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. La declaración PRISMA para informar revisiones sistemáticas y metanálisis de estudios que evalúan intervenciones de atención médica: explicación y elaboración. *PLoS Med*

[Internet]. 2009;6(7):e1000100. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>.

24. Quevedo F. Medidas de tendencia central y dispersión. *Medwave* [Internet]. 2011;11(03). Disponible en <http://dx.doi.org/10.5867/medwave.2011.03.4934>.

25. García FJ, Velázquez JAV, Lugo EKL. Apuntes de Estadística Inferencial. 2002;

26. Hicks A, Healy E, Sandeman N, Feelisch M, Wilkinson T. Un tiempo para todo y cada cosa en su tiempo: exploración de los mecanismos subyacentes a la estacionalidad de las exacerbaciones de la EPOC. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2018 [citado el 1 de febrero de 2023];13:2739-49. Disponible en: <https://www.dovepress.com/a-time-for-everything-and-everything-in-its-time-exploring-the-mechani-peer-reviewed-article-COPD>.

27. Lin M-T, Kor C-T, Chang C-C, Chai W-H, Soon M-S, Ciou Y-S, et al. Association of meteorological factors and air NO₂ and O₃ concentrations with acute exacerbation of elderly chronic obstructive pulmonary disease. *Sci Rep* [Internet]. 2018 [cited 2023 Feb 1];8(1):1-9. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41598-018-28532-5>.

28. Yan P, Liu P, Lin R, Xiao K, Xie S, Wang K, et al. Effect of ambient air quality on exacerbation of COPD in patients and its potential mechanism. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2019 [cited 2023 Feb 1];14:1517-26. Available from: <https://www.dovepress.com/effect-of-ambient-air-quality-on-exacerbation-of-copd-in-patients-and-peer-reviewed-article-COPD>.

29. Daher A, Matthes M, Keszei A, Brandenburg V, Müller T, Cornelissen C, et al. Characterization and triggers of dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease or chronic heart failure: Effects of weather and environment. *Lung* [Internet]. 2019;197(1):21-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00408-018-0170-2>.

30. Lin Z, Gu Y, Liu C, Song Y, Bai C, Chen R, et al. Effects of ambient temperature on lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A time-series panel study. *Sci Total Environ* [Internet]. 2018;619-620:360-5. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717330930>.

31. Balish SM, Dechman G, Hernandez P, Spence JC, Rhodes RE, McGannon K, et al. The relationship between weather and objectively measured physical activity among individuals with COPD. *J Cardiopulm Rehabil Prev* [Internet]. 2017 [cited 2023 Feb 1];37(6):445–9. Available from: <https://journals.lww.com/01273116-201711000-00010>.

32. Liu J, Guo L, Zhang K, Song Q, Wei Q, Bian Q, et al. The probable roles of valsartan in alleviating chronic obstructive pulmonary disease following co-exposure to cold stress and fine particulate matter. *Environ Toxicol Pharmacol* [Internet]. 2018;60:230–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668918300917>.

33. Hogeia SP, Tudorache E, Fildan AP, Fira-Mladinescu O, Marc M, Oancea C. Factores de riesgo de las exacerbaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Clin Respir J* [Internet]. 2020;14(3):183–97. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/crj.13129>.

34. Entonces JY, Zhao H, Voelker H, Reed RM, Sin D, Marchetti N, et al. Variaciones estacionales y regionales en las tasas de exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en adultos sin factores de riesgo cardiovascular. *Ann Am Thorac Soc* [Internet]. 2018;15(11):1296–303. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1513/AnnalsATS.201801-070OC>.

35. Sharma BB, Singh S, Sharma KK, Sharma AK, Suraj KP, Mahmood T, et al. Carga clínica proporcional de enfermedades respiratorias en los servicios al aire libre de la India y su relación con las transiciones estacionales y los factores de riesgo: los resultados de la encuesta SWORD. *PLoS Uno* [Internet]. 2022;17(8):e0268216. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0268216>.

36. Hoffmann C, Hanisch M, Heinsohn JB, Dostal V, Jehn M, Liebers U, et al. Mayor vulnerabilidad de los grupos de pacientes con EPOC al clima urbano en vista del calentamiento global. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2018 [citado el 1 de febrero de 2023];13:3493–501. Disponible en: <https://www.dovepress.com/increased-vulnerability-of->

[copd-patient-groups-to-urban-climate-in-vie-peer-reviewed-article-COPD](https://www.dovepress.com/increased-vulnerability-of-copd-patient-groups-to-urban-climate-in-vie-peer-reviewed-article-COPD).

37. Ma Y, Jiao H, Zhang Y, Cheng B, Feng F, Yu Z, et al. Impacto de los cambios de temperatura entre días vecinos en la EPOC en una ciudad del noreste de China. *Environ Sci Pollut Res Int* [Internet]. 2020;27(5):4849–57. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-07313-1>.

38. Tian Y, Xiang X, Juan J, Song J, Cao Y, Huang C, et al. Efectos a corto plazo de la contaminación ambiental por partículas finas en las visitas al hospital por enfermedad pulmonar obstructiva crónica en Beijing, China. *Salud Ambiental* [Internet]. 2018;17(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12940-018-0369-y>.

39. Johnson O, Gatheral T, Knight J, Giorgi E. A modelling framework for developing early warning systems of COPD emergency admissions. *Spat Spatio-Temporal Epidemiol*. febrero de 2021;36:100392.

40. Zhang Y, Liu X, Kong D, Fu J, Liu Y, Zhao Y, et al. Efectos de la temperatura ambiente en las exacerbaciones agudas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: resultados de un análisis de series temporales de 143318 hospitalizaciones. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2020 [citado el 1 de febrero de 2023];15:213–23. Disponible en: <https://www.dovepress.com/effects-of-ambient-temperature-on-acute-exacerbations-of-chronic-obstr-peer-reviewed-article-COPD>.

41. Liu Y, Chen Y, Kong D, Liu X, Fu J, Zhang Y, et al. Efectos a corto plazo de los períodos de frío en las hospitalizaciones por exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: un estudio de serie temporal en Beijing, China. *BMJ Abierto* [Internet]. 2021;11(1):e039745. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039745>.

42. Stjernbrandt A, Stenfors N, Liljelind I. Occupational cold exposure is associated with increased reporting of airway symptoms. *Int Arch Occup Environ Health*. noviembre de 2021;94(8):1945–52.

43. Sun S, Cao W, Mason TG, Ran J, Qiu H, Li J, et al. Mayor susceptibilidad al calor para hospitalizaciones respiratorias en Hong Kong. *Sci Total Medio Ambiente* [Internet]. 2019;666:197204.

Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.229>.

44. Wise RA, Calverley PMA, Carter K, Clerisme-Beaty E, Metzendorf N, Anzueto A. Seasonal variations in exacerbations and deaths in patients with COPD during the TIOSPIR® trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2018 [cited 2023 Feb 1];13:605–16. Available from: <https://www.dovepress.com/seasonal-variations-in-exacerbations-and-deaths-in-patients-with-copd-peer-reviewed-article-COPD>.

45. Wang Z, Zhou Y, Luo M, Yang H, Xiao S, Huang X, et al. Association of diurnal temperature range with daily hospitalization for exacerbation of chronic respiratory diseases in 21 cities, China. *Respir Res* [Internet]. 2020;21(1):251. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12931-020-01517-7>.

46. Bălă GP, Timar B, Gorun F, Motisan R, Pescaru C, Tudorache E, et al. The Impact of Air Pollution on Frequent Exacerbations among COPD Patients: An Observational Study on the Population of Western Romania. *J Clin Med* [Internet]. enero de 2022 [citado 9 de noviembre de 2022];11(15):4352. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm11154352>.

47. Zafirah Y, Lin YK, Andhikaputra G, Deng LW, Sung FC, Wang YC. Mortality and morbidity of asthma and chronic obstructive pulmonary disease associated with ambient environment in metropolitans in Taiwan. Choi WI, editor. *PLOS ONE* [Internet]. 6 de julio de 2021 [citado 5 de octubre de 2022];16(7):e0253814. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253814>.

48. Chen R, Yin P, Wang L, Liu C, Niu Y, Wang W, et al. Association between ambient temperature and mortality risk and burden: time series study in 272 main Chinese cities. *BMJ* [Internet]. 31 de octubre de 2018 [citado 5 de octubre de 2022];k4306. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.k4306>.

49. Luan G, Yin P, Wang L, Zhou M. Asociación entre la temperatura ambiente y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: un estudio poblacional de los años de vida perdidos. *Int J Environ Health Res* [Internet]. 2019;29(3):246–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2018.1533533>.

50. Cheng J, Xu Z, Bambrick H, Prescott V, Wang N, Zhang Y, et al. Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence. *Environ Res*. octubre de 2019;177:108610.

51. Krachunov II, Kyuchukov NH, Ivanova ZI, Yanev NA, Hristova PA, Borisova ED, et al. Impact of Air Pollution and Outdoor Temperature on the Rate of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations. *Folia Med (Plovdiv)* [Internet]. 20 de diciembre de 2017 [citado 5 de octubre de 2022];59(4):423-9. Disponible en: [10.1515/folmed-2017-0053](https://doi.org/10.1515/folmed-2017-0053).

52. Zhou X, Li C, Gao Y, Zhou C, Huang L, Zhang X. Ambient air pollutants relate to hospital admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Ganzhou, China. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 13 de junio de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];56:46. Disponible en: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004324>.

53. Bao HR, Liu XJ, Tan EL, Shu J, Dong JY, Li S. Efectos de la temperatura y la humedad relativa en el número de pacientes ambulatorios con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y su efecto de interacción en Lanzhou, China. *Pekín Da Xue Xue Bao* [Internet]. 2020 [citado el 1 de febrero de 2023];52(2):308–16. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32306016/>.

54. Pothirat C, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Bumroongkit C, Deesomchok A, Theerakittikul T, et al. Influencia del material particulado durante el smog estacional sobre la calidad de vida y la función pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019;16(1):106. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16010106>.

55. Song B, Zhang H, Jiao L, Jing Z, Li H, Wu S. Efecto de partículas finas de alto nivel y su interacción con factores meteorológicos en AECOPD en Shijiazhuang, China. *Representante científico* [Internet]. 2022 [citado el 1 de febrero de 2023];12(1):8711. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-12791-4>.

56. Ruvuna L, Sood A. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med* [Internet]. 2020;41(3):315–27. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272523120300289>.

57. Wrotek A, Jackowska T. Molecular Mechanisms of RSV and Air Pollution Interaction: A Scoping Review. *Int J Mol Sci* [Internet]. enero de 2022 [citado 9 de noviembre de 2022];23(20):12704. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms232012704>.

58. Audi C, Baiz N, Maesano C, Ramousse O, Reboulleau D, Magnan A, et al. Serum cytokine levels related to exposure to volatile organic compounds and PM2.5 in dwellings and workplaces in French farmers – a mechanism to explain nonsmoking COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2017 [cited 2023 Feb 1];12:1363–74. Available from: <https://www.dovepress.com/serum-cytokine-levels-related-to-exposure-to-volatile-organic-compound-peer-reviewed-article-COPD>.

59. Lin H, Qian Z (min), Guo Y, Zheng Y, Ai S, Hang J, et al. The attributable risk of chronic obstructive pulmonary disease due to ambient fine particulate pollution among older adults. *Environ Int* [Internet]. 2018;113:143–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017318901>.

60. Wang J, Li Y, Zhao P, Tian Y, Liu X, He H, et al. Exposure to air pollution exacerbates inflammation in rats with preexisting COPD. *Mediators Inflamm* [Internet]. 2020 [cited 2023 Feb 1];2020:4260204. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/mi/2020/4260204/>.

61. Alexeeff SE, Deosaransingh K, Liao NS, Van Den Eeden SK, Schwartz J, Sidney S. Particulate matter and cardiovascular risk in adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2021;204(2):159–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.202007-2901OC>.

62. Shin S, Bai L, Burnett RT, Kwong JC, Hystad P, van Donkelaar A, et al. Air pollution as a risk factor for incident chronic obstructive pulmonary disease and asthma. A 15-year population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2021;203(9):1138–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201909-1744OC>.

63. Yang H, Yan C, Li M, Zhao L, Long Z, Fan Y, et al. Short term effects of air pollutants on hospital admissions for respiratory diseases among children: A multi-city time-series study in China. *Int J Hyg Environ Health* [Internet]. 2021;231(113638):113638. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113638>.

64. Yao Y, Chen X, Chen W, Wang Q, Fan Y, Han Y, et al. Susceptibility of individuals with chronic obstructive pulmonary disease to respiratory inflammation associated with short-term exposure to ambient air pollution: A panel study in Beijing. *Sci Total Environ* [Internet]. 2021;766(142639):142639. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142639>

65. Chen X, Luan M, Liu J, Yao Y, Li X, Wang T, et al. Risk factors in air pollution exposome contributing to higher levels of TNF α in COPD patients. *Environ Int* [Internet]. 15 de enero de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];159:107034. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107034>.

66. Haider SH, Oskuei A, Crowley G, Kwon S, Lam R, Riggs J, et al. Receptor for advanced glycation end-products and environmental exposure related obstructive airways disease: a systematic review. *Eur Respir Rev* [Internet]. 31 de marzo de 2019 [citado 1 de noviembre de 2022];28(151):180096. Disponible en: 10.1183/16000617.0096-2018.

67. Schweitzer MD, Calzadilla AS, Salamo O, Sharifi A, Kumar N, Holt G, et al. Lung health in era of climate change and dust storms. *Environ Res* [Internet]. mayo de 2018 [citado 5 de octubre de 2022];163:36-42. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.02.001>.

68. Huang X, Mu X, Deng L, Fu A, Pu E, Tang T, et al. The etiologic origins for chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. mayo de 2019 [citado 5 de octubre de 2022];Volume 14:1139-58. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/COPD.S203215>.

69. Liu S, Zhou Y, Liu S, Chen X, Zou W, Zhao D, et al. Association between exposure to ambient particulate matter and chronic obstructive pulmonary disease: results from a cross-sectional study in China. *Thorax* [Internet]. septiembre de 2017 [citado 1 de

noviembre de 2022];72(9):788-95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208910>.

70. Doiron D, de Hoogh K, Probst-Hensch N, Fortier I, Cai Y, De Matteis S, et al. Air pollution, lung function and COPD: results from the population-based UK Biobank study. *Eur Respir J* [Internet]. julio de 2019 [citado 1 de noviembre de 2022];54(1):1802140. Disponible en: 10.1183/13993003.02140-2018.

71. Gao N, Xu W, Ji J, Yang Y, Wang ST, Wang J, et al. Lung function and systemic inflammation associated with short-term air pollution exposure in chronic obstructive pulmonary disease patients in Beijing, China. *Environ Health* [Internet]. diciembre de 2020 [citado 1 de noviembre de 2022];19(1):12. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12940-020-0568-1>.

72. Khaniabadi YO, Daryanoosh M, Sicard P, Takdastan A, Hopke PK, Esmaeili S, et al. Chronic obstructive pulmonary diseases related to outdoor PM10, O3, SO2, and NO2 in a heavily polluted megacity of Iran. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. junio de 2018 [citado 1 de noviembre de 2022];25(18):17726-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1902-9>.

73. Kim D, Chen Z, Zhou LF, Huang SX. Air pollutants and early origins of respiratory diseases. *Chronic Dis Transl Med* [Internet]. 1 de junio de 2018 [citado 9 de noviembre de 2022];4(2):75-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2018.03.003>.

74. Liu Y, Sun J, Gou Y, Sun X, Li X, Yuan Z, et al. A Multicity Analysis of the Short-Term Effects of Air Pollution on the Chronic Obstructive Pulmonary Disease Hospital Admissions in Shandong, China. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 17 de abril de 2018 [citado 1 de noviembre de 2022];15(4):774. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040774>.

75. Qu F, Liu F, Zhang H, Chao L, Guan J, Li R, et al. Comparison of air pollutant-related hospitalization burden from AECOPD in Shijiazhuang, China, between heating and non-heating season. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. octubre de 2019 [citado 1 de noviembre de 2022];26(30):31225-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06242-3>.

76. Ventura Canaviri N, Morales Ojeda I, Gelabert R. Contaminación atmosférica y enfermedades respiratorias en Cochabamba, Bolivia. *Rev Cuid* [Internet]. 19 de

diciembre de 2019 [citado 1 de noviembre de 2022];11(1). Disponible en: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.870>.

77. Tian L, Yang C, Zhou Z, Wu Z, Pan X, Clements ACA. Spatial patterns and effects of air pollution and meteorological factors on hospitalization for chronic lung diseases in Beijing, China. *Sci China Life Sci* [Internet]. octubre de 2019 [citado 20 de octubre de 2022];62(10):1381-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11427-018-9413-y>.

78. Liang L, Cai Y, Barratt B, Lyu B, Chan Q, Hansell AL, et al. Associations between daily air quality and hospitalisations for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Beijing, 2013–17: an ecological analysis. *Lancet Planet Health* [Internet]. junio de 2019 [citado 5 de octubre de 2022];3(6):e270-9. Disponible en: 10.1016/S2542-5196(19)30085-3.

79. Pini L, Giordani J, Gardini G, Concoreggi C, Pini A, Perger E, et al. Emergency department admission and hospitalization for COPD exacerbation and particulate matter short-term exposure in Brescia, a highly polluted town in northern Italy. *Respir Med* [Internet]. abril de 2021 [citado 1 de noviembre de 2022];179:106334. Disponible en: 10.1016/j.rmed.2021.106334.

80. Borsi SH, Khodadadi N, Khanjani N, Dastoorpoor M. Physiological equivalent temperature (PET) index and respiratory hospital admissions in Ahvaz, southwest of Iran. *Environ Sci Pollut Res Int* [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 1];28(37):51888–96. Available from: 10.1007/s11356-021-14345-z.

81. Chi MC, Guo SE, Hwang SL, Chou CT, Lin CM, Lin YC. Exposure to Indoor Particulate Matter Worsens the Symptoms and Acute Exacerbations in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients of Southwestern Taiwan: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. enero de 2017 [citado 9 de noviembre de 2022];14(1):4. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph14010004>.

82. Choi J, Oh JY, Lee YS, Hur GY, Lee SY, Shim JJ, et al. Bacterial and Viral Identification Rate in Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Korea. *Yonsei Med J* [Internet]. 2019 [citado 5 de octubre de 2022];60(2):216. Disponible en: <https://doi.org/10.3349/ymj.2019.60.2.216>.

83. Laumbach RJ, Cromar KR. Personal interventions to reduce exposure to outdoor air pollution. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2022;43(1):293–309. Available from: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052120-103607>.
84. Li M, Chen S, Zhao H, Tang C, Lai Y, Ung COL, et al. The short-term associations of chronic obstructive pulmonary disease hospitalizations with meteorological factors and air pollutants in Southwest China: a time-series study. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [cited 2023 Feb 1];11(1):12914. Available from <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92380-z>.
85. MacLeod M, Papi A, Contoli M, Beghé B, Celli BR, Wedzicha JA, et al. Chronic obstructive pulmonary disease exacerbation fundamentals: Diagnosis, treatment, prevention and disease impact. *Respirology* [Internet]. junio de 2021 [citado 5 de octubre de 2022];26(6):532-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/resp.14041>.
86. Santos U de P, Arbex MA, Braga ALF, Mizutani RF, Cañado JED, Terra-Filho M, et al. Poluição do ar ambiental: efeitos respiratórios. *J Bras Pneumol* [Internet]. 8 de febrero de 2021 [citado 20 de octubre de 2022];47. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>.
87. Jo YS, Lim MN, Han YJ, Kim WJ. Epidemiological study of PM_{2.5} and risk of COPD-related hospital visits in association with particle constituents in Chuncheon, Korea. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. enero de 2018 [citado 1 de noviembre de 2022];Volume 13:299-307. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/COPD.S149469>.
88. Cifuentes Martínez P, Rodríguez-Fernández A, Luengo M. C, Tapia O. L, Cifuentes Martínez P, Rodríguez-Fernández A, et al. Relación entre contaminación atmosférica y consultas por enfermedades respiratorias en atención primaria de urgencia. *Rev Chil Enfermedades Respir* [Internet]. diciembre de 2020 [citado 9 de noviembre de 2022];36(4):260-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482020000400260>.
89. Lin C yi, Li D, Lu J ming, Yu Z bin, Zhu Y, Shen P, et al. Short-term associations between ambient fine particulate matter pollution and hospital visits for chronic obstructive pulmonary disease in Yinzhou District, China. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. junio de 2020 [citado 1 de noviembre de 2022];27(17):21647-53. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08448-2>.
90. Huang YT, Chen CC, Ho YN, Tsai MT, Tsai CM, Chuang PC, et al. Short-Term Effects of Particulate Matter and Its Constituents on Emergency Room Visits for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Time-Stratified Case-Crossover Study in an Urban Area. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 21 de abril de 2021 [citado 1 de noviembre de 2022];18(9):4400. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph18094400>.
91. Choi J, Oh JY, Lee YS, Min KH, Hur GY, Lee SY, et al. Harmful impact of air pollution on severe acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: particulate matter is hazardous. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. marzo de 2018 [citado 1 de noviembre de 2022];Volume 13:1053-9. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/COPD.S156617>.
92. Hoffmann C, Maglakelidze M, von Schneidemesser E, Witt C, Hoffmann P, Butler T. Asthma and COPD exacerbation in relation to outdoor air pollution in the metropolitan area of Berlin, Germany. *Respir Res* [Internet]. diciembre de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];23(1):64. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12931-022-01983-1>.
93. Raji H, Riahi A, Borsi SH, Masoumi K, Khanjani N, AhmadiAngali K, et al. Acute Effects of Air Pollution on Hospital Admissions for Asthma, COPD, and Bronchiectasis in Ahvaz, Iran. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 3 de marzo de 2020 [citado 1 de noviembre de 2022];15:501-14. Disponible en: [10.2147/COPD.S231317](https://doi.org/10.2147/COPD.S231317).
94. Lu W, Tian Q, Xu R, Zhong C, Qiu L, Zhang H, et al. Short-term exposure to ambient air pollution and pneumonia hospital admission among patients with COPD: a time-stratified case-crossover study. *Respir Res* [Internet]. diciembre de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];23(1):71. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12931-022-01989-9>.
95. Santurtún A, Rasilla DF, Riancho L, Zarrabeitia MT. Análisis de la relación entre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los contaminantes atmosféricos atendiendo al origen y trayectoria de las masas de aire en el Norte de España. *Arch Bronconeumol* [Internet]. noviembre de 2017 [citado 5 de octubre de 2020];

2022];53(11):616-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2017.03.017>.

96. Zieliński M, Gąsior M, Jastrzębski D, Desperak A, Ziara D. Influence of Particulate Matter Air Pollution on Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Depending on Aerodynamic Diameter and the Time of Exposure in the Selected Population with Coexistent Cardiovascular Diseases. *Adv Respir Med* [Internet]. 30 de octubre de 2018 [citado 1 de noviembre de 2022];86(5):227-33. Disponible en: <https://doi.org/10.5603/ARM.2018.0036>.

97. Wang K, Hao Y, Au W, Christiani DC, Xia ZL. A Systematic Review and Meta-Analysis on Short-Term Particulate Matter Exposure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Hospitalizations in China. *J Occup Environ Med* [Internet]. abril de 2019 [citado 1 de noviembre de 2022];61(4):e112-24. Disponible en: [10.1097/JOM.0000000000001539](https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001539).

98. Qu F, Liu F, Zhang H, Chao L, Guan J, Li R, et al. The hospitalization attributable burden of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease due to ambient air pollution in Shijiazhuang, China. *Environ Sci Pollut Res* [Internet]. octubre de 2019 [citado 5 de octubre de 2022];26(30):30866-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06244-1>.

99. Gao N, Li C, Ji J, Yang Y, Wang S, Tian X, et al. Short-term effects of ambient air pollution on chronic obstructive pulmonary disease admissions in Beijing, China (2013–2017). *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. enero de 2019 [citado 5 de octubre de 2022];Volume 14:297-309. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/COPD.S188900>.

100. Mercan Y, Babaoglu UT, Erturk A. Short-term effect of particular matter and sulfur dioxide exposure on asthma and/or chronic obstructive pulmonary disease hospital admissions in Center of Anatolia. *Environ Monit Assess* [Internet]. octubre de 2020 [citado 1 de noviembre de 2022];192(10):646. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08605-7>.

101. Gao H, Wang K, W. Au W, Zhao W, Xia Z lin. A Systematic Review and Meta-Analysis of Short-Term Ambient Ozone Exposure and COPD Hospitalizations. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 23 de marzo de 2020 [citado 5 de octubre de 2022];17(6):2130. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17062130>.

102. Huang Z yong, Lin S, Long L li, Cao J yang, Luo F, Qin W cheng, et al. Predicting the morbidity of chronic obstructive pulmonary disease based on multiple locally weighted linear regression model with K-means clustering. *Int J Med Inf* [Internet]. julio de 2020 [citado 1 de noviembre de 2022];139:104141. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104141>.

103. Ju Y, Ma X, Li H, Liu S, Liya A, Guo X. Relationship between Air Pollution and Hospital Admissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Changchun, China: A Season-Stratified Case-Cross Study. *Sontake V*, editor. *Can Respir J* [Internet]. 16 de julio de 2021 [citado 5 de octubre de 2022];2021:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/3240785>.

104. Jung YJ, Kim EJ, Heo JY, Choi YH, Kim DJ, Ha KH. Short-Term Air Pollution Exposure and Risk of Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Korea: A National Time-Stratified Case-Crossover Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 28 de febrero de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];19(5):2823. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph19052823>.

105. Hua Y, Yuan X, Wang J, Zeng K, Zhi S, Liu L. Association between air pollution and hospital admissions for chronic respiratory disease in people aged over 65 years: a time series analysis in Ningbo, China, 2015–2017. *Int Arch Occup Environ Health* [Internet]. agosto de 2022 [citado 1 de noviembre de 2022];95(6):1293-304. Disponible en: [10.1007/s00420-022-01887-z](https://doi.org/10.1007/s00420-022-01887-z).

106. Zhu RX, Nie XH, Chen YH, Chen J, Wu SW, Zhao LH. Relationship Between Particulate Matter (PM2.5) and Hospitalizations and Mortality of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: A Meta-Analysis. *Am J Med Sci* [Internet]. junio de 2020 [citado 5 de octubre de 2022];359(6):354-64. Disponible en: [10.1016/j.amjms.2020.03.016](https://doi.org/10.1016/j.amjms.2020.03.016).

107. Kazemiparkouhi F, Eum KD, Wang B, Manjourides J, Suh HH. Long-term ozone exposures and cause-specific mortality in a US Medicare cohort. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [Internet]. julio de 2020 [citado 5 de octubre de 2022];30(4):650-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41370-019-0135-4>.

108. Chen J, Shi C, Li Y, Ni H, Zeng J, Lu R, et al. Effects of short-term exposure to ambient airborne pollutants on COPD-related mortality among the elderly residents of Chengdu city in Southwest China. *Environ Health Prev Med* [Internet]. diciembre de 2021 [citado 1 de noviembre de 2022];26(1):7. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00925-x>.

109. Pothirat C, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Bumroongkit C, Deesomchok A, Theerakittikul T, et al. The short-term associations of particular matters on non-accidental mortality and causes of death in Chiang Mai, Thailand: a time series analysis study between 2016-2018. *Int J Environ Health Res* [Internet]. 4 de julio de 2021 [citado 1 de noviembre de 2022];31(5):538-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1673883>.

110. Wang Z, Zhou Y, Zhang Y, Huang X, Duan X, Chen D, et al. Association of change in air quality with hospital admission for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Guangdong, China: A province-wide ecological study. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. enero de 2021 [citado 1 de noviembre de 2022];208:111590. Disponible en: [10.1016/j.ecoenv.2020.111590](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111590).



REVISTA MEXICANA DE FISIOTERAPIA

IMPORTANCIA DE LA ELECTROFÍSICA EN LA INVESTIGACIÓN

José María Rodríguez Martín^{a*}

a Fisioterapeuta, Profesor de electroterapia.

Correo principal: informacion@electroterapia.com

I. INTRODUCCIÓN

En primera persona me dirijo a los compañeros fisioterapeutas, lectores de la Revista Mexicana de Fisioterapia, para desearos que el 2023 sea fructífero para todos. Espero saber provocar en los lectores la inquietud investigadora suficiente como para inducirlos a curiosear, a aprender más, a realizar alguna medida como las que se proponen a continuación, que despierte vuestro entusiasmo, a desencadenar ideas en vuestras mentes que os lleven a preguntas, a resolver dudas y a plantearos cuestiones que no entendéis.

Os aseguro que conocer la electrofísica (porque de eso va el siguiente trabajo) os abrirá la mente para comprender la electroterapia, para saber dosificar con la debida precisión, para no defraudar a vuestros pacientes y para ser profesionales empoderados y seguros de la bonita profesión que disfrutamos los fisioterapeutas.

Sabéis que podéis contar conmigo en lo que en mi mano esté.

II. DESARROLLO

Importancia de la electrofísica

Para entender bien cómo actúa la electroterapia sobre el organismo son necesarias dos condiciones fundamentales:

1. Comprender la electrofísica y
2. Comprender las respuestas biológicas del organismo ante las corrientes aplicadas.
- 3.

Este trabajo se centra en una parte de la primera que permite investigar sobre la segunda; concretamente en la Ley de Ohm y sus aplicaciones para medir el comportamiento tisular en cuanto a su conductividad y su resistencia al paso energético (impedancia, si se expresa correctamente).

La Ley de Ohm es una de las leyes básicas que se aplican en la electricidad considerando tres variables (que

a la vez pueden convertirse en incógnitas) pero partiendo de dos de ellas conocidas o sustituidas por alguna equivalencia. Resuelve las siguientes interrelaciones (Pedraza Velasco, 2000) (Kendall Webster, 1994) (Ruíz Vassallo, 1993) (Brechmann, 1996):

- La diferencia de potencial eléctrico (presión eléctrica) cuya unidad es el voltio [V],
- La cantidad de energía circulante por un punto en la unidad de tiempo (intensidad o corriente de electrones) [I] cuya unidad es el amperio [A] por segundo y
 - El freno o dificultad que opone la materia a ser circulada por la energía eléctrica (resistencia) [R] cuya unidad es el Ohmio [Ω].

Se adelanta que, para considerar los conceptos con la debida precisión, [R] debe ser sustituida por [Z] en el caso de los tejidos corporales, siendo [Z] el símbolo que representa la impedancia expresada en [Ω] igual que la resistencia.

La Ley de Ohm se describe y suele explicarse con la corriente continua (galvánica según la jerga de fisioterapia); pero al aplicarla con corrientes alternas requiere de algún matiz que más adelante se explicará.

$$V=I \times R; \quad I=V/R; \quad R=V/I \quad (1)$$

Como se dice más arriba: dos variables serán conocidas y cualquiera de ellas puede actuar como incógnita. Para facilitar el entendimiento, se plantean dos ejemplos con la corriente galvánica aplicada al organismo:

1.- ¿Cuál será la resistencia corporal ante una galvánica con voltaje de 22 V e intensidad de 5,5 mA?

$$R = V \div I = 22 \div 0,0055 = 4.000 \Omega$$

2.- ¿Cuál será la resistencia corporal ante una galvánica con voltaje de 12 V e intensidad de 6 mA?

$$R = V \div I = 12 \div 0,006 = 2.000 \Omega$$

¿Pueden darse estos resultados en la práctica? Perfectamente, porque depende del tipo de electrodos, del tamaño, de la zona corporal tratada, de la presión

aplicada, etc. También se aprende que si no se posee el valor del voltaje, no es posible saber la impedancia aplicando la Ley de Ohm.

Así pues, la medida de la impedancia corporal resultará en valores medios y aproximados, porque dependen de multitud de variaciones a la hora de formar el circuito sobre el que se hace la medida, circunstancia que obliga a buscar un método lo más estandarizado posible y que evite las subjetividades del terapeuta y del paciente implicados en este proceso.

También es necesario buscar la forma de obtener midiendo al menos dos parámetros eléctricos para calcular el tercero, haciéndolo en los cables eléctricos que van desde el generador de la corriente aplicada hasta los tejidos corporales. Pues los estimuladores solamente informan de la intensidad, normalmente la de pico o del máximo alcanzado por los pulsos u ondas de las corrientes utilizadas. Bueno sería que los profesionales de la fisioterapia pidieran a los fabricantes que incluyeran la medida de voltaje además de la intensidad, porque es tarea fácil para ellos. La Ley de Ohm puede aplicarse a un circuito completo, o a las diferentes partes del mismo.

Importancia del comportamiento tisular

Conocer el comportamiento tisular cuando se aplica energía electromagnética al organismo (en sus diferentes modalidades) es fundamental para un terapeuta que basa sus técnicas en agentes físicos como el amplio campo del electromagnetismo y otros. Cada modalidad de corriente provoca comportamientos diferentes que se deben conocer y dominar para evitar agresiones en los pacientes, alcanzar los efectos terapéuticos pretendidos y dosificar correctamente. Es sabido que ciertas técnicas (p.ej.: la galvanización) si no se dominan y no se conoce el comportamiento tisular, fácilmente pueden producir agresiones galvánicas.

Dicho comportamiento es distinto ante corrientes de baja frecuencia, de media frecuencia o de alta frecuencia. Así mismo, es diferente ante corrientes con polaridad que ante alternas sin polaridad. Igualmente aparecen matices en el comportamiento cuando la corriente se aplica en

modo voltaje constante [VC] o en modo corriente constante [CC]. Es decir: influye la frecuencia, influye la forma de la corriente, los modos de aplicación, el tipo de electrodos, los diferentes tejidos, la distancia entre electrodos, etc. (Rodríguez Martín, 2014)

Normalmente estos conocimientos suelen poseerlos los ingenieros que se dedican al diseño de los diversos equipos de electroterapia, pero el fisioterapeuta no puede quedar en “un simple aplicador de programas prediseñados” sin conocer el efecto terapéutico de la herramienta que utiliza. El tema es complejo y requiere de un instrumental mínimo para investigarlo y medirlo, circunstancias que hace años eran prácticamente inalcanzables, pero resueltas en la actualidad por su accesibilidad a la mayoría de fisioterapeutas a bajo coste. Sólo queda aportar inteligencia y “algún nivel de profundización” en ciertos conocimientos, como el dominio de la Ley de Ohm que aquí se propone. Para entender y poder conseguir un instrumental básico que nos permita medir el comportamiento tisular, es necesario entender algunos conceptos de la electrofísica basados en la Ley de Ohm, como la respuesta resistiva y la capacitativa o capacitiva del organismo, así como de los componentes electrónicos añadidos al circuito en los cables entre el estimulador y el paciente, de forma segura y que no afecten a la medida.

Divisor de tensión y divisor de corriente

Por el momento se sigue considerando que la corriente aplicada para medir será la galvánica, con el fin de no introducir variantes que hacen más compleja la comprensión de las siguientes explicaciones y ejemplos. Antes de describir el título de este epígrafe, es pertinente aclarar que las resistencias colocadas sucesivamente en serie una tras otra: suman sus valores y el total será una resistencia mayor; La intensidad circulante por el circuito depende de dicha resultante total [Figura 1].

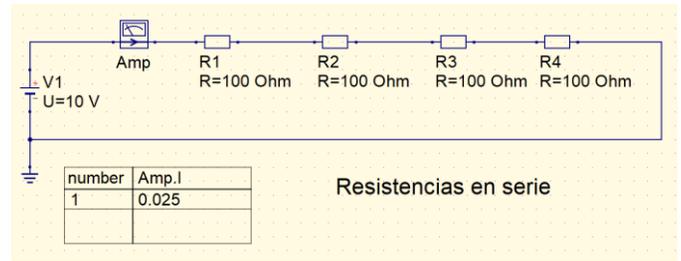


Figura 1.- Simulación de un circuito con resistencias en serie. Intensidad circulante de 0,025 A.

En la Figura 1 se simula una medida de la intensidad circulante con varias resistencias en serie, (Malgraf, 2017) con el resultado de 0,025 Amperios, de manera que la Ley de Ohm permite saber la resistencia resultante:

$$R=V/I=10/0,025=400\Omega$$

Los 400 Ω calculados hacen intuir que es la suma de las cuatro resistencias de la Figura 1 si esta se observa detalladamente.

Las resistencias en paralelo: no suman su resistencia para conseguir otra resultante mayor, sino que será el inverso de la suma inversa de cada valor, con una cifra de la resultante inferior a cualquiera de ellas; la intensidad general circulante lógicamente también depende de la resistencia final [Figura 2]. Ver fórmula [2].

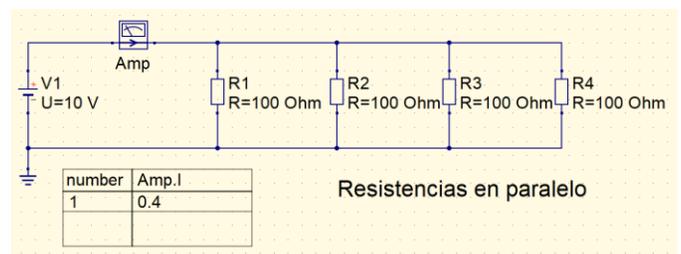


Figura 2.- Simulación de un circuito con resistencias en paralelo. La intensidad circulante es de 0,4 A

Según la [Figura 2] las resistencias no están una tras otra, pero sí una al lado de la otra, y circulan 0,4 Amperios por el circuito, por tanto, la resistencia será de:

$$R=V/I=10/0,4=25\Omega$$

Los 25 Ω calculados indican que la resultante es menor que cualquiera de ellas, porque obedece a la fórmula:

$$R_r = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4) \quad (2)$$

El primer ejemplo [Figura 1] también se denomina divisor de tensión, porque si se midiera la intensidad entre cualquiera de ellas, no sufre cambios, pero si se mide el voltaje entre ellas, el valor decae proporcionalmente al valor de la resistencia. El segundo ejemplo [Figura 2] recibe el sobrenombre de divisor de intensidad; porque si se leen los valores de voltaje en los extremos de cualquiera de las resistencias, el voltaje será el mismo, pero las intensidades circulantes son diferentes, de manera que por la de menor valor resistivo circula la intensidad más alta, y viceversa. Las aplicaciones prácticas de estos fenómenos o conceptos en electroterapia son varios:

- Para entender el efecto serie o paralelo,
- Para diseñar sencillas herramientas de exploración palpatoria,
- Para diseñar sistemas sencillos de medida de parámetros.

El efecto paralelo o serie aclara conceptos sobre penetración de la energía y por qué tejidos circula, de manera que, las primeras capas tisulares en aplicaciones percutáneas, cada capa se sitúa detrás de la anterior, manteniéndose la intensidad, pero el voltaje decae en cada una que se supera, en consecuencia decae la potencia progresivamente. Cuando la energía ha superado las primeras capas, tiene que elegir caminos paralelos por los que circular, repartiéndose con preferencia por los más fáciles, antes que por los más resistivos.

Es posible diseñar herramientas exploratorias simples basadas en divisores de voltaje o de intensidad con instrumentos digitales, los cuales leen el voltaje en una resistencia artificial en serie o en paralelo con los tejidos corporales, para encontrar los valores de los tejidos mediante la Ley de Ohm [Figura 3]. (Ruíz Vassallo, 1993) (Rodríguez Martín, Electroterapia de media frecuencia en fisioterapia, 2022).



Figura 3.- Dispositivo de lectura directa con ajuste de sensibilidad.

Diseñar un sistema sencillo de medida que se interponga en los cables entre estimulador y paciente es simple y se basa en el sencillo concepto de un divisor de tensión o voltaje, que se analiza con cierto detalle a continuación.

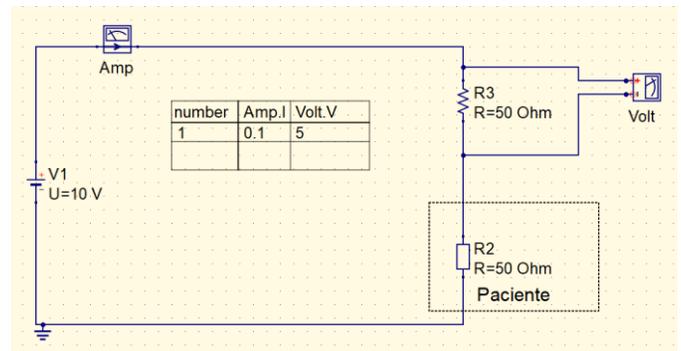


Figura 4.- Divisor de tensión con 50 Ω que divide la tensión a la mitad.

En la [Figura 4] se muestra un circuito alimentado con una galvánica de 10 V. R2 representa un paciente coincidiendo con los 50 Ω de R3 colocada en serie, que es una resistencia artificial (también de 50 Ω) en cuyos extremos se mide el voltaje. El medidor de voltaje [Volt] indica 5 V. El medidor de intensidad por todo el circuito [Amp] señala que circulan 0,1 Amperios. De esta figura se aprende que por ser iguales las dos resistencias, el voltaje se divide a la mitad, pero la intensidad corresponde a la suma de ambas:

$$R = V/I = 10/0,1 = 100\Omega$$

El resultado de 100 Ω es la suma de las dos resistencias.

En la Figura 5 ahora las resistencias son de 500 Ω, el voltaje leído en R3 sigue siendo de 5 V (la mitad), pero la intensidad es diferente.

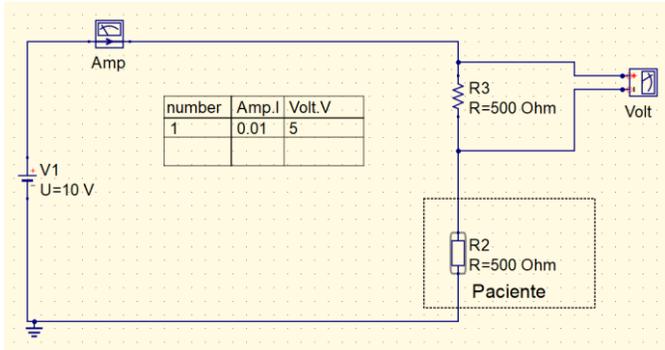


Figura 5.- Divisor de tensión con dos R de 500 Ω

$$R = V/I = 10/0,01 = 1000\Omega$$

El hallazgo de 1000 Ω es la suma de ambas resistencias. Por ser éstas iguales, el voltaje vuelve a dividirse a la mitad pero la intensidad se ha reducido por aumentar el valor de R total.

Prestando ahora atención a la [Figura 6], R2 que representa al paciente o tejido corporal no es un valor fijo (se ha ajustado para que cambie entre 10.000 y 50.000 Ω) pero R3 sí se mantiene fija. Al medir lo que ocurre en los extremos de R3 (columna de [Volt.V]) las cifras también son cambiantes. La intensidad se adapta a la suma de ambas resistencias en cada momento, pero, las lecturas de intensidad [Amp.I] y de [AmpIR.I] son iguales en cada momento de toma de datos, aunque esta última se lea entre ambas resistencias.

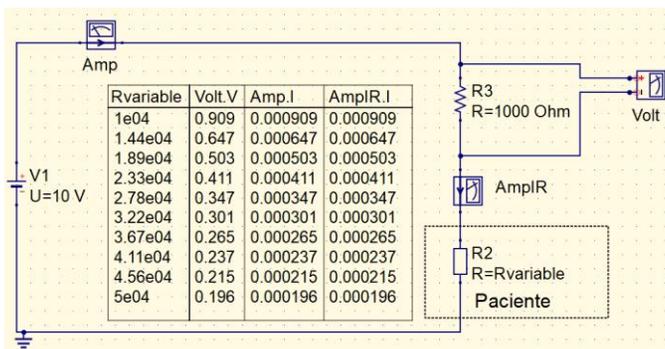


Figura 6.- Simulación de un divisor de tensión en la que una resistencia es cambiante.

Si R3 se interpone entre el estimulador y el paciente, con un valor fijo, las variaciones en el paciente se mostrarán en las medidas del voltaje leído en R3 o en la intensidad circulante por el circuito. Así mismo, el voltaje leído entre los extremos de R3, [Volt.V] puede convertirse en valor de intensidad aplicando la Ley de Ohm. Tomando, p.ej.: los valores de la última toma de datos se obtiene:

$$I = V/R = 0,196V/1000\Omega = 0,000196A$$

El resultado de 196 μA es totalmente coincidente con los lectores de intensidad colocados en el circuito. Operación que requiere conocer el valor exacto de la resistencia que se colocó en serie con el elemento a medir.

Es una manera sencilla de ver la conductividad de los tejidos, bien leyendo directamente el voltaje o calculando su valor en intensidad aplicando la Ley de Ohm. Si la resistencia colocada en serie es de un valor alto, influye o puede interferir en los resultados de la globalidad del circuito, pero si la resistencia interpuesta entre estimulador y paciente es de un valor muy bajo, la influencia es despreciable permitiendo estudios de gran precisión. Lo ideal es que sea de 1 Ω, pero las cifras leídas son muy bajas e inseguras; 10 Ω es un valor que permite obtener cifras más legibles y estables, de manera que para convertir el voltaje en valores de intensidad, basta con dividir entre 10 las cifras mostradas.

Conociendo el voltaje aplicado, la resistencia interpuesta y la intensidad circulante; mediante la Ley de ohm pueden hallarse el resto de los parámetros eléctricos del circuito sometido a medida. Supóngase una aplicación de electrodos a una zona corporal de un paciente o modelo [Figura 7] del que no se conoce su comportamiento resistivo. En los cables de aplicación se interpone una resistencia de 10 Ω (cable [-] en este caso) y se mide el voltaje en extremos de R1 o resistencia interpuesta, con el resultado de 0,057 V. ¿Cuál es el valor de RX?

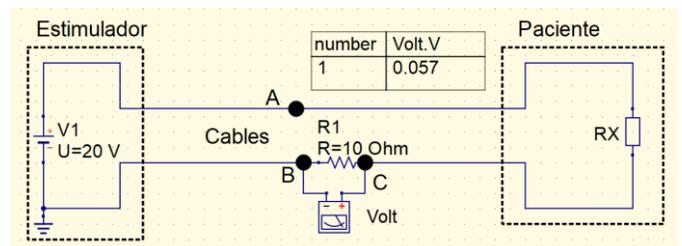


Figura 7.- Simulación de un supuesto paciente con resistencia desconocida al que se aplica 10 V de galvánica.

Primero, el valor de [Volt.V] en voltios hay que convertirlo a intensidad usando la Ley de Ohm como sigue:

$$I=V/R1=0,057/10=0,0057A(5,7mA)$$

Basta con trasladar la coma un lugar a la izquierda para evitar la operación aritmética y resolverlo mentalmente. Segundo, conocida la intensidad y el voltaje del estimulador, vuelve a aplicarse la Ley de Ohm para hallar la resistencia del circuito completo:

$R=V/I=20/0,0057=3508,7\Omega(3508,7-10=3498,7\Omega\text{deRX})$
Resultando que la resistencia total es de 3.508,7 Ω (menos 10 Ω de la interpuesta) resulta que la resistencia real del paciente es de 3.498,7 Ω .

La resistencia del circuito incluye la propia de los cables (valorada como 0 Ω) los electrodos y los tejidos del paciente. Para trabajar con la debida precisión, procede descartar la resistencia de los electrodos, midiéndolos previamente y restar también sus valores del total. (Calderón, Robles, & Rodríguez Martín, 2022).

Los puntos A, B y C de la [Figura 7] son puntos de contacto con el cable para tomar medidas. El punto A [+] y el punto B [-] son los contactos para medir el voltaje del sistema. Los puntos B [-] y C [+] son contactos para captar el voltaje entre los extremos de la resistencia interpuesta R1, y poder obtener el comportamiento de la intensidad.

Se insiste en que cuando se aplica la corriente galvánica únicamente se pone de manifiesto el componente resistivo, por lo cual puede hablarse de resistencia, pero cuando las corrientes poseen variaciones en sus parámetros, se denominará impedancia. Este concepto del comportamiento de la materia cuando es circulado por la energía eléctrica pulsada y alterna depende de tres factores: la resistencia, la capacitancia y la inductancia. La capacitancia es el comportamiento típico de los condensadores y la inductancia el de las bobinas. Los tejidos corporales no poseen propiedades de inductancia, pero sí de resistencia y de capacitancia.

El interfase entre cables, electrodos y tejidos corporales (aplicando la galvánica) es muy diferente según los electrodos empleados; por ejemplo: electrodos metálicos directamente aplicados sobre piel seca presentan una gran resistencia (por encima de 20.000 Ω), si el metal se aplica a través de gel de US la resistencia baja considerablemente, con electrodos adhesivos en buen estado se generan cifras de resistencia inferiores a 100 Ω , ante electrodos de silicona conductora envueltos en gamuzas humedecidas (dependiendo de la humedad y del soluto) pueden estar por debajo de 150 Ω . El tamaño, la presión y la zona también influyen en la resistencia o impedancia de interfase. Es importante aclarar que con la corriente galvánica no deben utilizarse electrodos metálicos en estas exploraciones por el efecto electrolítico. (Rodríguez Martín, Electroterapia de media frecuencia en fisioterapia, 2022).

Los tejidos corporales (eléctricamente hablando) poseen un doble comportamiento: como resistencias y como condensadores interconectados en una red que produce un valor medio de cada comportamiento. Este doble comportamiento (resistivo y capacitivo) [RC] es el que genera la impedancia [Z].

En la [Figura 8] comparada con la [Figura 7] se demuestra que, con la corriente galvánica la parte capacitiva queda filtrada y evitada (aunque esté presente) porque, aunque se ha incluido un condensador de 200 nF el valor de [Volt.V] es exactamente el mismo que el obtenido en la [Figura 7]. Es decir: la energía solamente circula por RX, resultando que CX es una barrera para la galvánica.

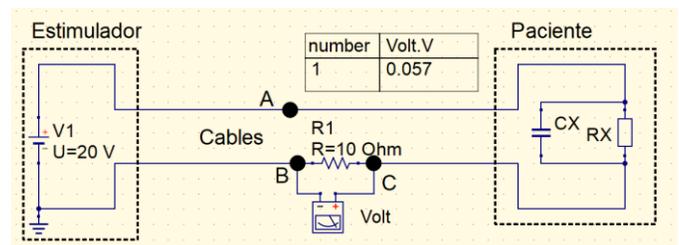


Figura 8.- Simulación del comportamiento RC con la corriente galvánica.

Si se repite el circuito cambiando básicamente la fuente de energía de una galvánica a otra alterna de 4.000 Hz (portadora de interferenciales) y se agrega una sonda de medida del voltaje de entrada [Vin] se obtiene el esquema de la [Figura 9].

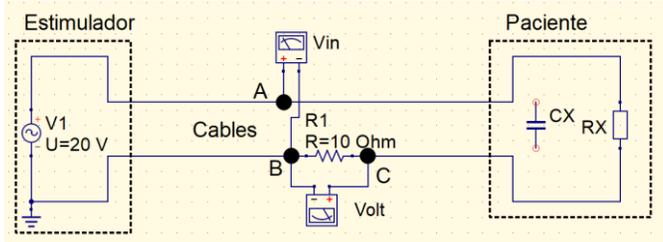


Figura 9.- Simulación sin condensador y 4.000 Hz de corriente alterna.

El condensador no se conecta para que trabaje únicamente la resistencia RX. El resultado se ve gráficamente en la [Figura 10], donde las ondas de [Vin] y de [Volt] se superponen. La lectura del voltaje de entrada es de 20 V como indica la fuente de energía. La lectura del voltaje en R1 es prácticamente la misma que cuando se midió con la galvánica. Ver la [Figura 7] para comprobarlo.

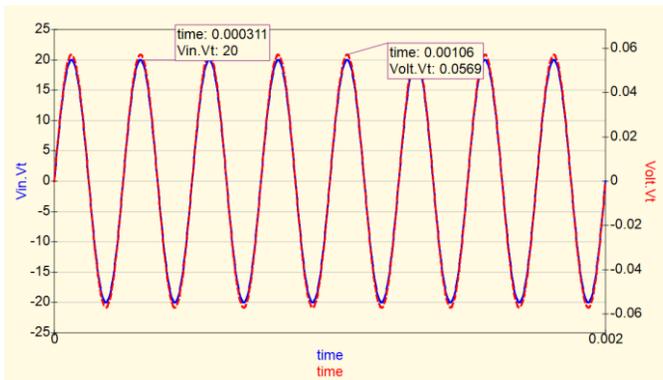


Figura 10.- Resultados de la aplicación de ondas alternas sobre RX solamente.

En la [Figura 11] se ha repetido la simulación pero conectando en paralelo con RX un condensador también de valor desconocido CX, con el objetivo de mostrar cómo influye en la circulación de la energía aplicada (imitando al comportamiento RC de los tejidos corporales).

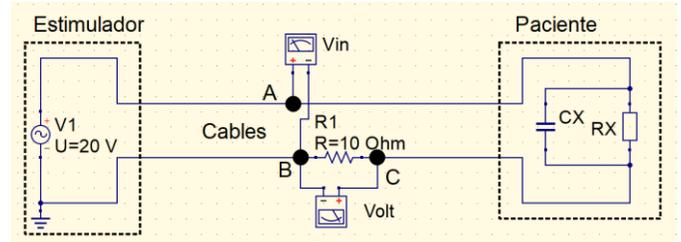


Figura 11.- Simulación de 4.000 Hz alterna con un circuito RC en paralelo.

Los resultados de la [Figura 12] muestran que las ondas se han desfasado (no se superponen por efecto del condensador), que el voltaje de entrada sigue en 20 V como es lógico (línea continua y tabulación de la izquierda) y que el voltaje en la resistencia interpuesta es de 0,0759 Voltios (línea punteada con tabulación a la derecha) leyendo una cifra más alta que con la resistencia solamente, como puede leerse en la [Figura 10] que fue de 0,0569 V.

La línea punteada (voltaje en la resistencia interpuesta) representa el comportamiento de la intensidad, por ello perfectamente puede titularse como la onda de intensidad. La línea continua representa la onda del voltaje aplicado al paciente. Una con respecto de la otra se han desfasado cuando se incluye el condensador en la carga (carga RC) de forma que la línea continua de voltaje pasa retrasada por el mismo punto de la gráfica después que la punteada de intensidad, concluyendo que la capacitancia en el circuito retrasa la onda de voltaje respecto de la onda de intensidad.

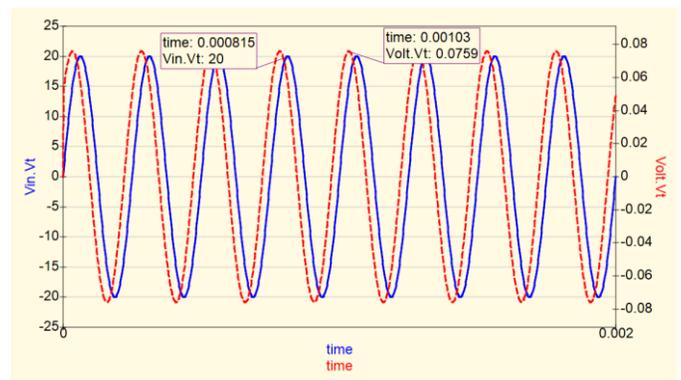


Figura 12.- Resultados de la simulación de 4.000 Hz alternos sobre carga RC.

¿Cuánto se han desfasado las ondas? En la [Figura 13] se amplían los detalles considerando lo que ocurre entre 1

ms y 1,5 ms; se ponen tres etiquetas que miden tres tiempos en la línea de cero voltios. La etiqueta 1 lee el inicio de un ciclo de la onda de voltaje, la etiqueta dos lee el final de un ciclo o período de la onda de voltaje (correspondiente a 360°) y la etiqueta 3 permitirá saber el tiempo de diferencia entre ambas ondas.

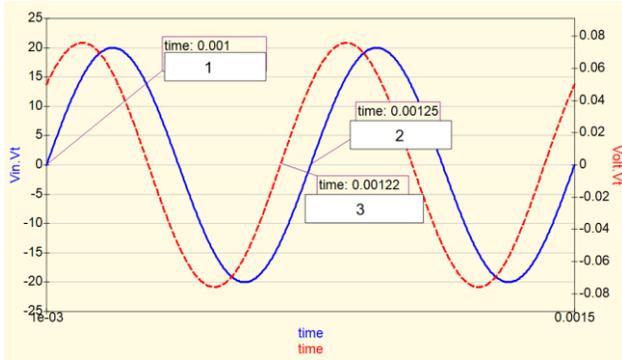


Figura 13.- Medidas del tiempo de desfase entre la onda de intensidad y la onda de voltaje.

Es necesario conocer el tiempo del período para establecer una relación entre el período y el desfase, por ello se procede restando el valor de la etiqueta 2 de la etiqueta 1:

$0,001250 - 0,001000 = 0,000250$ s (250 μ s) correspondiente al período de 4.000 Hz que se ajustaron.

Para hallar el tiempo de retraso se resta la etiqueta 3 de la 2:

$0,001250 - 0,001220 = 0,000030$ s (30 μ s) de retraso entre las dos ondas, retardo que se transforma en grados de desfase mediante una regla de tres:

Si 250 μ s equivalen a 360°

30 μ s equivalen a X°

$X = 30 \times 360 \div 250 = 43,2^\circ$ de desfase o ángulo $[\neq \Phi]$

Lo cual indica que circula la energía aproximadamente a partes iguales entre el condensador CX y la resistencia RX, según el vector graficado en la [Figura 14]. Comparando el circuito de la [Figura 8] con el de la [Figura 11], se entiende que el condensador bloquea el paso de la corriente galvánica pero deja pasar la corriente alterna.

Para obtener el valor concreto de la impedancia, partiendo de los resultados obtenidos en la [Figura 12] se aplica la Ley de Ohm:

$$Z = V/I = 20V/0,00759A = 2635\Omega$$

El divisor en la fracción de 0,00759 Amperios, procede de dividir 0,0759 V leídos en la onda de intensidad, entre el valor de 10 Ω de la resistencia interpuesta. Los 2.635 Ω de Z (impedancia) deben representarse en un vector con longitud de 2.635 unidades e inclinación de 43,2°; concluyendo que el resultado final es un número complejo, de $Z = 2.635 \Omega \neq 43,2^\circ$ como se muestra en la [Figura 14]. La inclinación de este vector rápidamente permite intuir los valores aproximados de la resistencia RX y de la capacitancia CX, trazando su correspondiente paralelogramo. También enseña que la energía circula casi a partes iguales por la resistencia y por la capacitancia.

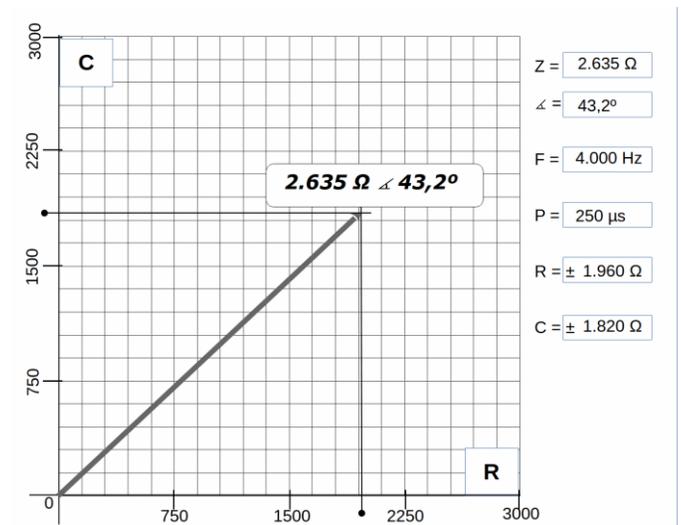


Figura 14.- Vector de Z graficado en cuadrícula con rango de 3000 Ω .

Este comportamiento es típico de los tejidos corporales (con sus parámetros específicos en cada medición) cuando se aplica media frecuencia, alta frecuencia y baja frecuencia, aunque esta última dibuja ondas diferentes porque la baja frecuencia normalmente está compuesta por formas pulsadas NO alternas sinusoidales.

Esta es una forma de medir la impedancia corporal de manera sencilla. Otra se basa en aplicar mediante dos electrodos una corriente al paciente, y por otros dos electrodos se capta la misma corriente desde la piel del paciente, para analizar las diferencias entre los parámetros de entrada y los de salida: estudiando las caídas de voltaje, de intensidad, los desfases, etc; pero este sistema es complejo y de acceso más costoso, porque necesita básculas, de equipos ya diseñados y programados usados en el deporte y estética, destinados a estudios de composición de las masas corporales, sus proporciones en agua, en grasa. Se sugiere visitar la siguiente referencia (Zanín, 2022).

La caja de prácticas RoMa (Rodríguez Martín, Electroterapia.com, 2021) permite hacer estudios del tipo que aquí se propone con osciloscopio de dos canales o con dos polímetros que sean capaces de medir el voltaje de entrada más el voltaje en la resistencia interpuesta. Partiendo de las lecturas obtenidas, del valor de la resistencia interpuesta y del dominio de la Ley de Ohm, es posible realizar estudios del comportamiento tisular en diversas situaciones patológicas o en normalidad; estudios que pueden enfocarse bajo el punto de vista de la impedancia corporal o de la conductividad corporal (admitancia) indicando el estado metabólico de la zona, porque, a mayor actividad metabólica, mejor circula la energía; y cuanto menor es la actividad metabólica, peor conductividad. Conocer el comportamiento bioeléctrico tisular abre muchas posibilidades terapéuticas.

Material para realizar medidas

Son necesarios instrumentos como:

- Un generador de corriente o estimulador de electroterapia que reúna características mínimas.
- Una caja que se interpone en el camino de los cables entre el estimulador y los electrodos, que enseguida se detallará su contenido.
- Instrumentos de medida como un osciloscopio o un par de polímetros
- Electrodos exploratorios adecuados que garanticen medidas fiables.

Generador de corrientes

Puede utilizarse un estimulador de electroterapia de baja y media frecuencia que trabaje en modo VC (además del modo CC) con corriente galvánica y con portadora alterna sinusoidal de unos 4.000 Hz (por sugerir un estándar fácil de conseguir). Las portadoras a base de pulsos bifásicos cuadrangulares no son adecuadas. Las aplicaciones monofásicas o bifásicas de baja frecuencia son interesantes para estudiar y comprender sus modificaciones, pero no adecuadas para medir impedancia.

Se recomienda trabajar en modo VC con 10 Voltios para que en el paciente (o modelo) no se provoque percepción sensitiva. Si se desea agregar la percepción sensitiva y estudios de la sensibilidad al dolor, basta con elevar los valores hasta que el paciente o modelo manifieste estímulo supra liminal.

Caja interpuesta

Para trabajar con la debida seguridad se recomienda el diseño de una caja con entradas y salidas para ambos cables del estimulador a modo de paso hacia los electrodos. De manera que dicha caja contenga una resistencia de 10Ω y entre 2 a 5 W de potencia para que actúe de resistencia interpuesta.

Dicha caja debe disponer de salidas para pinzar o conectar los instrumentos de medida que leen la onda de voltaje y la onda de intensidad. Instrumentos que pueden ser un osciloscopio de dos canales, dos polímetros (o un polímetro solamente para medir primero la onda de voltaje y seguido la de intensidad) pero lo adecuado es hacer ambas lecturas simultáneas [Figura 15].

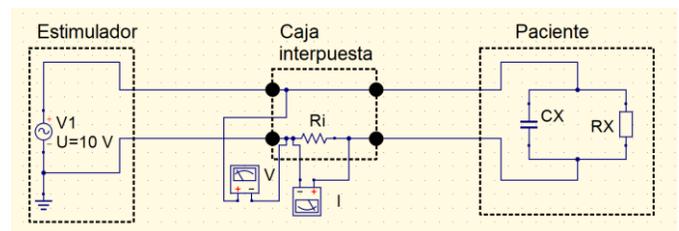


Figura 15.- Esquema del generador, de la caja interpuesta y del paciente.

Es oportuno aclarar la atención que se debe poner en las sondas de medida, de manera que la toma negativa de ambas, deben ir al mismo punto eléctrico (antes de la resistencia interpuesta). En teoría, la referida caja puede servir con la única resistencia que se está mencionando, pero en la práctica puede fabricarse una caja con más posibilidades de medidas, como la caja RoMa, que en este trabajo no procede detallar (Rodríguez Martín, Electroterapia.com, 2021).

Instrumentos de medida

La herramienta ideal para medir es un osciloscopio de dos canales que permita captar simultáneamente la onda de voltaje más la de intensidad, pero en su defecto pueden emplearse dos polímetros, de manera que uno de ellos sea capaz de medir milivoltios, tanto en continua como en alterna, para detectar los milivoltios de la resistencia interpuesta. El osciloscopio permite medir y ver las formas de las ondas y las deformaciones que éstas sufren cuando las corrientes se aplican a los tejidos. Los osciloscopios recomendables son dispositivos conectados por cable USB a la computadora, de los más asequibles, donde se representan las ondas y mediciones, permitiendo su captura y procesamiento para trabajos de investigación (Rodríguez Martín, electroterapia.com, 2021).

Electrodos de medida

Los electrodos de medida tienen gran importancia en el proceso de las mediciones. Lógicamente serán dos, pueden ser metálicos, de silicona, adhesivos, uno grande y otro pequeño, iguales, etc; pero hay que buscar un sistema estandarizado y repetible para que las condiciones siempre se mantengan iguales y no introduzcan variabilidad en las tomas de datos.

Un método recomendable puede ser la elección de dos electrodos adhesivos nuevos, iguales, pequeños (la misma marca en todas las pruebas), adherirlos, siempre a la misma distancia entre ellos y aplicar la corriente para medir. En estas circunstancias, la impedancia correspondiente a los electrodos es muy baja

(normalmente por debajo de 100Ω). Presentan la desventaja de que las mediciones de tejidos profundos, requiere aplicar presión a los electrodos, presión que debe mantenerse en parámetros semejantes cuando se aplique.

Otro método puede ser el uso de un electrodo amplio e indiferente situado siempre en la misma localización corporal, que cierra el circuito con otro activo metálico, aplicado mediante un cabezal diseñado expreso, con tamaño unificado y un sistema de presión homogénea [Figura 16]. Este método presenta altos valores de impedancia entre electrodos y la piel seca. Las pieles húmedas, sudadas o con sustancias interpuestas cambian la conductividad, circunstancia que puede evitarse o provocarla, pero si se utiliza una sustancia conductora, que siempre sea la misma y en iguales condiciones.



Figura 16.- Conjunto de electrodos para mediciones de conductividad e impedancia corporal usando electrodo metálico con presión regulada.

Cómo iniciarse en mediciones de conductividad e impedancia con un instrumental mínimo

Primero es necesario un estimulador que trabaje en modo VC y que permita ajustar la portadora sin modulación a 4.000 Hz.

Segundo, hacerse con una resistencia de 1.000Ω de entre 5 a 10 W de potencia soportada.

Tercero, conseguir un polímetro común pero con ciertas características de calidad y con capacidad para leer mA en DC y AC en rangos mínimos de unos 20 mA. Podría

ser el de la [Figura 17], pero si es posible, usar uno de ajuste de rango automático.

Cuarto, Tener en cuenta que el estimulador da los valores de pico y el polímetro presenta valores RMS o eficaces, lo que implica que para hacerlos coincidir: las cifras del polímetro se multiplican por 1,414; o los del estimulador se dividen entre 1,414. (Hermosa Donate, 1999) 1,414 es la raíz cuadrada de dos, el factor para convertir valores de pico a RMS o de RMS a pico.



Figura 17.- Polímetro midiendo intensidad en rango de 20 mA y AC.



Figura 18.- Ajuste de la portadora de 4 KHz, con modulación a 0Hz, en modo VC y a 10 mA de pico.

Quinto, colocar la resistencia de 1.000 Ω puenteando el final de los cables que se conectarían a los electrodos [Figura 17]. Con la corriente ajustada en el estimulador en modo VC, se eleva la intensidad hasta que la pantalla del polímetro indique ± 7 mA y ± 10.0 mA en el estimulador [Figura 18], si se desea trabajar con parámetros de pico. En caso de trabajar con parámetros RMS, el polímetro indicará ± 10 mA y el estimulador ± 14 mA. Se deja el mando de intensidad del estimulador en ese punto, y ya se dispone de 10 Voltios en modo VC

(de pico o eficaces según se considere el método de trabajo).

Sexto, sin tocar el ajuste de intensidad, se retira la resistencia, para conectar los electrodos (no se reajusta el mando de intensidad) y ya puede procederse a realizar mediciones tisulares tomando nota de las intensidades que circulan por el polímetro. Poner atención a las conexiones de los cables con el polímetro (en serie con el circuito) fijándose bien en el montaje de la [Figura 17].

¿Por qué se sabe que son 10 V? Porque la resistencia de carga es de 1.000 Ω , la intensidad es de 10 mA (0,010 A); se aplica la Ley de Ohm y se obtiene:

$$V = I \times Z = 0,010 \times 1.000 = 10 \text{ V}$$

De este modo siempre se dispone de 10 V en la salida del estimulador para hacer mediciones. Si fueran necesarios más voltios se recalcula aplicando la Ley de Ohm decidiendo el nuevo valor de la intensidad que se desee.

Puede haber un cierto error en las medidas si el estimulador no mantiene con fiabilidad los 10 V ajustados en el momento de aplicarlos a los tejidos, pero si el sistema de control de VC del estimulador es de calidad suficiente, ya se dispone de un método que puede iniciar a los más interesados en mediciones de conductividad tisular y de impedancia tisular, aunque faltan parámetros, como el desfase, para conocer la participación de la parte resistiva y de la capacitiva.

Con los 10 voltios inyectados al sistema y la intensidad leída en el polímetro, se consiguen los datos suficientes como para aplicar la Ley de Ohm y calcular la impedancia del circuito corporal con sus electrodos.

Los datos obtenidos pueden procesarse con ayuda de hojas de cálculo o acudir como ayuda a las calculadoras para este menester localizadas en la web de www.electroterapia.com (Rodríguez Martín, electroterapia.com, 2021)

III. CONCLUSIÓN

La forma aquí propuesta de medir parámetros tisulares y su influencia en las corrientes aplicadas permite responder a muchas preguntas, tales como:

- ¿Qué estructuras tisulares se comportan como capacitancias y cuáles como resistencias?
- Un tejido inflamado y otro sano, ¿producen diferentes resultados?
- ¿Puede objetivarse la evolución de un proceso patológico?
- ¿Hay diferencias entre el tejido inflamado y el edematoso?
- ¿Puede objetivarse la evolución de un linfedema?
- El tejido sano y el denervado ¿poseen la misma impedancia y/o conductividad?
- Y otras

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brechmann, G. Prontuario de Electricidad-Electrónica. Madrid: 1996.

Calderón, S., Robles, J., & Rodríguez Martín, J. Método para medir la impedancia de los electrodos de goma conductora en electroterapia con el osciloscopio. Revista Mexicana de Fisioterapia (6). 2022 Obtenido de <https://img1.wsimg.com/blobby/go/c5c8ceb0-2e19-4fe7-933f-00fce1e40b9e/VOL.%206%20COMPLETO.pdf>

Hermosa Donate, A. Principios de electricidad y electrónica II. Barcelona: MARCOMBO. 1999.

Kendall Webster, S. Circuitos electrónicos prácticos (4ª ed.). Madrid: PARANINFO. 1994.

Malgraf, M. QUCS Quite Universal Circuit Simulator 0.0.19. 2017.

Pedraza Velasco, M. Física aplicada a las ciencias de la salud. Barcelona, España: MASSON. 2000.

Rodríguez Martín, J. Prácticas de electroterapia en fisioterapia. Madrid: AMAZON. 2014.

Rodríguez Martín, J. electroterapia.com. 2021 Recuperado el 05 de 01 de 2023, de Formas de onda analizadas en osciloscopio: <https://electroterapia.com/formas-de-onda.php>

Rodríguez Martín, J. electroterapia.com. 2021 Recuperado el 05 de 01 de 2023, de Medida de la impedancia del agua: <https://electroterapia.com/medida-imp-agua.php>

Rodríguez Martín, J. Electroterapia.com. 2021 Recuperado el 05 de 01 de 2023, de <https://electroterapia.com/caja-practicas.php>

Rodríguez Martín, J. Electroterapia de media frecuencia en fisioterapia. Madrid: AMAZON. 2022.

Ruíz Vassallo, F. Manual de instrumentos electrónicos de medida. Barcelona: CEAC. 1993.

Zanín, T. Bioimpedancia: qué es y valores normales. (T. saude, Productor) 2022. Recuperado el 28 de 12 de 2022, de <https://www.tuasaude.com/es/bioimpedancia/> Nutricionista:



¡GRACIAS!

SIGUIENTE VOLUMEN EN MARZO