# ALTERACIONES RESPIRATORIAS Y SISTÉMICAS ASOCIADAS AL USO DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS.

ALTERACIONES RESPIRATORIAS Y SISTÉMICAS ASOCIADAS AL USO DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS.

[1]Echeverría Tigse, Anthony Gabriel; [2]Cruz Castillo, Yessenia Magaly.

[1]Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Medicina, Hospital General Docente Ambato. Tungurahua. Ecuador. E-mail: aecheverria5130@uta.edu.ec ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5903-5249

[2]Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Medicina, Hospital General Docente Ambato. Tungurahua. Ecuador. E-mail: ym.cruz@uta.edu.ec ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4642-885X

Echeverría Tigse, Anthony Gabriel; Cruz Castillo, Yessenia Magaly. **ALTERACIONES RESPIRATORIAS Y SISTÉMICAS ASOCIADAS AL USO DE CIGARRILLOS ELECTRÓNICOS.** Rev UNIANDES Ciencias de la Salud 2024 may-ago; 7(3): 305 – 326.

https://doi.org/10.61154/rucs.v7i3.3561

Recibido: **27/05/2024**
Revisado: **20/06/2024**
Aprobado: **17/08/2024**
Publicado: **01/09/2024**

## RESUMEN.

Los cigarrillos electrónicos se han constituido en dispositivos novedosos y populares, especialmente para los adolescentes y adultos jóvenes de todo el mundo, tendencia derivada por la premisa poco fundamentada de que pueden ser menos perjudiciales que los cigarrillos convencionales, no obstante, en la actualidad existen varios estudios que vinculan el uso de estos dispositivos con el desarrollo de alteraciones tanto respiratorias como sistémicas. Objetivo: Describir las alteraciones respiratorias y sistémicas derivadas del consumo de cigarrillos electrónicos y que pueden servir

para comprender los riesgos involucrados con su utilización tanto a corto como a largo plazo. Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda y recolección exhaustiva de datos e información relevante sobre este tema, empleándose como criterios de inclusión artículos que describan los efectos respiratorios y sistémicos asociados con el uso de los cigarrillos electrónicos. Resultados: Los cigarrillos electrónicos son dispositivos que generan un aerosol mediante la vaporización del líquido que contienen, si bien los compuestos presentes en el vapor generado por estos dispositivos parecen ser menos dañinos que los producidos por combustión por parte del cigarrillo convencional, estudios recientes indican la ocurrencia de un grupo heterogéneo de alteraciones respiratorias y sistémicas que pueden ocurrir tras su consumo. Conclusiones: Se han descrito alteraciones en la salud producidas por el uso de los cigarrillos electrónicos, destacándose entre ellas el daño al parénquima pulmonar y de las vías respiratorias pequeñas y también a nivel extrapulmonar por la evidencia de trastornos a nivel cardiovascular, neurológico, tegumentario e inmunológico.

**Palabras clave:** cigarrillos electrónicos, vapeo, tetrahidrocannabinol, especies reactivas de oxígeno, acetato de vitamina E, EVALI.

**SUMMARY.**

Electronic cigarettes have become novel and popular devices, especially for adolescents and young adults around the world, a trend derived from the poorly founded premise that they may be less harmful than conventional cigarettes, however, there are currently several studies that link the use of these devices with the development of both respiratory and systemic disorders. Objective: Describe the respiratory and systemic alterations derived from the consumption of electronic cigarettes and that can serve to understand the risks involved with their use both in the short and long term. Materials and methods: An exhaustive search and collection of data and relevant information on this topic was carried out, using as inclusion criteria articles that describe the respiratory and systemic effects associated with the use of electronic cigarettes. Results: Electronic cigarettes are devices that generate any aerosol by vaporizing the liquid they contain, although the compounds present in the vapor generated by these devices appear to be less harmful than those produced by combustion by conventional cigarettes, recent studies indicate the occurrence of a heterogeneous group of respiratory and systemic alterations that can occur after consumption. Conclusions: Health alterations caused by the use of electronic cigarettes have been described, highlighting among them the damage to the lung parenchyma and small respiratory tracts and also at the extrapulmonary level due to the evidence of disorders at the cardiovascular, neurological, integumentary and immunological.

**Keywords:** electronic cigarettes, vaping, tetrahydrocannabinol, reactive oxygen species, vitamin E acetate, EVALI.

## INTRODUCCIÓN:

El origen del cigarrillo electrónico se remonta al año 1963, cuando el estadounidense Herbert A. Gilbert patentó un artefacto previsto como una alternativa al cigarrillo tradicional, el cual fue descrito inicialmente como un "dispositivo de aerosol de nicotina sin tabaco". (1) Fue, sin embargo, desde el año 2003, cuando el farmacéutico chino Hon Link ideó una forma más moderna de este dispositivo, que el mismo adquirió una enorme popularidad comercial, sufriendo con el transcurso del tiempo una evolución notable tanto en su diseño como en sus componentes. (1)(2) Esta alternativa al cigarrillo convencional consiste un tipo de dispositivo que contiene un líquido que al ser calentado produce un aerosol o vapor casi inodoro que es inhalado o "vapeado" por el usuario. El líquido del cigarrillo electrónico está compuesto principalmente por disolventes, como la glicerina vegetal o el propilenglicol, uno o más saborizantes y puede o no incluir nicotina. Su mecanismo de calentamiento se genera a partir de un sensor que es capaz de activar una bobina electrónica cuando el usuario realiza un *puff* o "vapeo". (2)(3)(4)

El proceso de generación del vapor de este dispositivo más moderno se diferencia del de los cigarrillos tradicionales en que el humo de estos últimos se genera por combustión mientras que el aerosol de los cigarrillos electrónicos se genera mediante la vaporización térmica del líquido que contiene, además ambas entidades también difieren en su diseño, pues a diferencia del cigarrillo tradicional cuya presentación es más simple y se caracteriza esencialmente por una zona de filtración y una barra de tabaco, el cigarrillo electrónico posee cuatro partes importantes: una batería, un elemento calentador, una cámara de vaporización y un cartucho que contiene el líquido que se convierte en vapor. (1)(2) Estudios recientes indican que el mecanismo propio del cigarrillo electrónico no se ha limitado exclusivamente a la generación de vapor a partir del líquido que contiene, sino que también puede ser utilizado para vapear otros compuestos, como el tetrahidrocannabinol (THC), el cannabis seco, productos del tabaco y otras sustancias psicoactivas. (5)(6)

El consumo de cigarrillos electrónicos, conocidos coloquialmente como productos de vapeo, se ha incrementado de forma significativa en los últimos años, adquiriendo una inmensa popularidad entre adolescentes y adultos jóvenes. (5) Desde su introducción en el mercado estadounidense en el año 2007, los cigarrillos electrónicos han tenido una enorme aceptación por parte de adolescentes y adultos jóvenes, estableciéndose hasta el 2018 una prevalencia en el uso de cigarrillos electrónicos en adultos jóvenes estadounidenses de entre 18 y 24 años de hasta el 15%. (7) Según cifras más recientes, se ha llegado a estimar que el número de usuarios adultos de cigarrillos electrónicos ascendió de 58,1 millones en 2018 a 68 millones en 2020. (6)

Para el año 2019, el rápido crecimiento en el uso de cigarrillos electrónicos se había vinculado con un brote de insuficiencia respiratoria aguda conocida como lesión pulmonar asociada al uso de cigarrillos electrónicos o productos de vapeo o EVALI (por sus siglas en inglés), entidad relacionada con diversas manifestaciones clínicas

y que causó preocupación por los efectos dañinos asociados con estos productos resultando en un número preocupante de hospitalizaciones y muertes entre los usuarios de cigarrillos electrónicos. (6)(8) Los cigarrillos electrónicos también han sido propuestos como una alternativa para dejar de utilizar cigarrillos tradicionales, sin embargo, pese a existir una enorme diferencia con respecto a las sustancias tóxicas generadas por ambos productos, la sugerencia más aceptada se inclina por no recomendar el uso de cigarrillos electrónicos en la población general, teniéndose en cuenta que sólo en limitadas situaciones puede considerarse su recomendación. (4)

El aumento significativo en el uso de los cigarrillos electrónicos, especialmente en adolescentes y adultos jóvenes de todo el mundo, ha generado sin duda una discusión importante sobre su seguridad y sus efectos en la salud humana, pues a pesar de surgir como una alternativa al uso de cigarrillos tradicionales bajo la idea poco fundamentada de que pueden resultar menos nocivos y tener menos efectos perjudiciales, la realidad es que su utilización se ha visto involucrada con el desarrollo de diversas alteraciones tanto pulmonares como sistémicas, destacándose, a nivel pulmonar la generación de daños a nivel del parénquima y de las vías respiratorias pequeñas y a nivel sistémico la producción trastornos a nivel cardiovascular, neurológico, inmunológico, bucodental y tegumentario. (6)(9)(10)

Desde que surgió el primer cigarrillo electrónico moderno, hace más de 20 años, este dispositivo ha experimentado diversos cambios tanto en su diseño como en los componentes utilizados, estas modificaciones también han tenido diversas implicaciones para la salud que derivan en alteraciones pulmonares y sistémicas. (1) Debido a la creciente popularidad, así como el surgimiento de evidencia con respecto a los efectos de los cigarrillos electrónicos en la salud se ha visto trascendental ahondar en la búsqueda de información que permita comprender mejor las alteraciones que ocurren con su consumo. (11) Se ha llegado a estimar que el uso de cigarrillos electrónicos podría superar al de los cigarrillos tradicionales, especialmente en adolescentes y adultos jóvenes; este evento ya se ha observado inclusive este en determinadas regiones del mundo, pudiendo constituirse así en un problema de salud con el trascurso de los años, por lo tanto, dada la notable aceptación en su uso y el desconocimiento de sus efectos en la salud es que se considera imprescindible llevar a cabo esta investigación. (4)(12)

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Este artículo de revisión se basó en la búsqueda y recopilación meticulosa de textos científicos, documentos actualizados y redacciones relacionadas al tema, mediante una investigación que cumpliera criterios de inclusión y exclusión, en las bases de datos PubMed, Medline y EMBASE y utilizando palabras clave y términos MeSH (Medical Subject Headings), como “cigarrillos electrónicos”, “efectos pulmonares”, “efectos sistémicos”, “vapeo”, “EVALI”.

### Criterios de inclusión

Se tomaron en consideración artículos publicados desde el año 2019, prefiriendo la selección de estudios observacionales, reportes de casos, revisiones bibliográficas y sistemáticas y artículos originales.

### Criterios de exclusión

Se excluyeron artículos publicados en años previos al establecido inicialmente y aquellos sin acceso libre al texto completo, trabajos como editoriales, comentarios y cartas al editor y sobre todo estudios que no se centraran en los efectos tanto a nivel pulmonar como sistémicos derivados del uso de los cigarrillos electrónicos.

### Proceso de selección de los estudios

Se dio prioridad por la búsqueda de artículos en inglés constituyendo la gran mayoría de la bibliografía empleada para la confección de este escrito, siendo tan sólo un artículo empleado escrito en español.

### Proceso de extracción de los datos

Se recopilaron datos referentes al grupo poblacional mayormente involucrado en el consumo de cigarrillos electrónicos, el impacto que estos dispositivos han tenido desde su origen y los efectos que se ven involucrados con su consumo tanto a nivel pulmonar como sistémico.

## RESULTADOS:

### Evolución de los cigarrillos electrónicos y su impacto en la salud

Los cigarrillos electrónicos, a diferencia de los cigarrillos tradicionales que poseen un diseño mucho más simple, se han caracterizado por ser dispositivos más complejos y por presentar una evolución constante. (1) La tecnología de los cigarrillos electrónicos ha cambiado de forma notable en los últimos años, sufriendo diversos avances en su diseño y capacidad de potencia, lo cual ha conllevado también diversas implicaciones sobre la salud. Estos dispositivos han evolucionado rápidamente desde su comercialización internacional en el año 2007, existiendo hasta ahora cuatro generaciones de cigarrillos electrónicos y teniendo cada una de ellas características particulares, como se detalla a continuación. (13)

Los cigarrillos electrónicos de primera generación, conocidos como “cig-a-like”, están equipados con baterías fijas de bajo voltaje y se diseñaron con el objetivo de asemejarse a un cigarrillo tradicional, los cigarrillos electrónicos de segunda generación, conocidos como “clarificadores” presentan un diseño más elegante y poseen cartuchos de mayor volumen. (1) Posteriormente surgieron los cigarrillos electrónicos de tercera generación convirtiéndose en dispositivos innovadores al poseer baterías modificables, cartuchos recargables de líquido y voltaje/vataje ajustable; esta generación fue la más empleada por los consumidores de cigarrillos electrónicos entre 2015 y 2017, finalmente, la cuarta generación de cigarrillos

electrónicos se distinguió por la aparición de dispositivos que contienen unidades de control de temperatura personalizada, permitiendo al usuario modular el voltaje e intensidad generados durante su uso; esta última generación ha permitido la producción de volúmenes significativamente mayores del vapor producido a partir del líquido del cigarrillo electrónico por cada bocanada, lo que se ha asociado con la liberación de nicotina y sustancias tóxicas en niveles notablemente más altos que las versiones anteriores, sobre todo en usuarios experimentados. (1)(6)

Pese a la rápida evolución en el diseño de estos dispositivos, todos ellos han preservado cuatro componentes esenciales que continúan siendo los mismos en cada generación: una fuente de energía que consiste comúnmente en una batería recargable de litio, un elemento calefactor o atomizador, una cámara de vaporización y un depósito de líquido llamado tanque, cámara cartucho o cápsula, el cual contiene el líquido del cigarrillo electrónico que se convierte en vapor. (2) Pese a coincidir en estos aspectos, el voltaje, la potencia, la temperatura, los metales, los plásticos y otros factores difieren de forma considerable entre las distintas generaciones de cigarrillos electrónicos. (1) Se ha descubierto que algunos de estos factores desempeñan un papel importante en la formación de toxinas, como por ejemplo la producción de altos niveles de formaldehído a partir de la aplicación de un alto nivel de potencia o temperatura. (2)(13) También se han detectado metales tóxicos y otras sustancias en líquidos y aerosoles de cigarrillos electrónicos, lo que puede deberse a los materiales utilizados en la fabricación de estos dispositivos y que genera preocupación por los efectos que podrían causar no sólo a nivel pulmonar sino también sistémico. (12)

**Componentes del líquido del cigarrillo electrónico y su implicación en el desarrollo de alteraciones respiratorias y sistémicas**

El líquido contenido en el tanque de los cigarrillos electrónicos está constituido esencialmente por disolventes, aromatizantes y puede contener otros aditivos como la nicotina. (6) Se estima que existen más de 7.000 tipos diferentes de líquidos, con diversos componentes y cantidades variables de nicotina, destacándose como punto importante que la mayoría de estos líquidos son comercializados casi sin ningún tipo de regulación. (4) Los disolventes mayormente empleados corresponden al propilenglicol y la glicerina vegetal. (1) Si bien la información en torno a la seguridad de estos compuestos al ser inhalados por los usuarios es escasa, se ha establecido, de forma general, que el propilenglicol está relacionado con la producción de síntomas similares a los de una infección de la vía aérea superior. La exposición a la glicerina por otra parte está asociada con irritación ocular, así como en los pulmones y el esófago. (1) Ambos compuestos se han vinculado igualmente con la formación de especies reactivas de oxígeno, las cuales se han visto involucradas en la generación de enfermedades cardiovasculares, trastornos neurodegenerativos, déficits sensoriales y enfermedades psiquiátricas. (2) Según un estudio reciente se ha establecido que la combinación de propilenglicol y glicerina vegetal producían más especies reactivas de oxígeno que cualquiera de los disolventes solos. Otro disolvente comúnmente empleado corresponde al etanol, el cual está presente en alrededor del

71% de las marcas de líquidos de cigarrillos electrónicos comercializadas y cuya importancia radica en que es capaz de provocar un funcionamiento psicomotor reducido. (6)

Algunos tóxicos generados durante la vaporización del líquido de los cigarrillos electrónicos y que vale la pena mencionar corresponden a aldehídos, metales pesados, compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos aromáticos policíclicos. (14) La exposición a los compuestos orgánicos volátiles puede causar irritación ocular y del tracto respiratorio, así como deterioro neurológico y daño hepático. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, por otra parte, se han visto involucrados como productores de efectos cancerígenos, respiratorios, inmunológicos y reproductivos bien documentados. (6) Se ha informado asimismo la presencia de diversos metales pesados en el vapor y los líquidos de los cigarrillos electrónicos disponibles en el mercado, siendo algunos de los más importantes el silicio, el plomo y el níquel, los cuales presentan propiedades cancerígenas, nefrotóxicas y hematotóxicas. (1) Si bien la producción de estas sustancias tóxicas genera preocupación por sus posibles efectos deletéreos en la salud, existen estudios que indican que su concentración resulta más baja de la establecida para causar toxicidad, por lo tanto, se señala que no representan en realidad un riesgo potencial a la salud de los consumidores, no obstante, existen otros estudios que no subestiman los niveles de estos tóxicos generados, calificándolos como preocupantes. (6)

Los aromatizantes corresponden a uno de los componentes más relevantes del líquido de los cigarrillos electrónicos y representan el principal atractivo para su consumo. (4)(15) Entre los compuestos aromatizantes mayormente empleados destacan el diacetilo, cuyo consumo a largo plazo se ve involucrado con la disminución de la función pulmonar y la producción de bronquiolitis obliterante. (16) Si bien, no se han caracterizado de forma precisa los efectos provocados por la inhalación de los aromatizantes sobre la salud, han surgido estudios recientes que indican que el diacetilo, la pentanodiona (compuesto alternativo al diacetilo) y muchas otras sustancias más, entre ellas la acetoína (mantequilla), el maltol (malta) y ortovainillina (vainilla) son capaces de causar una respuesta proinflamatoria significativa en las células epiteliales y los fibroblastos primarios del pulmón. (6) También se ha reportado que la exposición a los saborizantes puede llevar a la disminución de la resistencia transepitelial de las células epiteliales bronquiales, lo cual se vincula con una disfunción de la barrera epitelial y un deterioro de la respuesta inflamatoria a nivel pulmonar. (2)

La nicotina constituye otro componente común del líquido de los cigarrillos electrónicos y puede estar presente en concentraciones que oscilan entre 0 y 36 mg/ml. (2) De acuerdo con un estudio inicial en el que se analizaron diversas marcas de cigarrillos electrónicos se había establecido que se requieren de al menos 30 inhalaciones para alcanzar una cantidad de nicotina equivalente a la proporcionada por un cigarrillo tradicional. (6) No obstante, gracias a investigaciones recientes se han especificado los factores que pueden estar implicados en la producción de cantidades

variables de nicotina, destacándose entre ellos las características del cigarrillo electrónico (voltaje y temperatura alcanzada en la vaporización), y las características del usuario (aquellos individuos con experiencia pueden lograr niveles de nicotina similares a los producidos por los cigarrillos tradiciones), estos determinantes son finalmente los encargados de generar una concentración mayor (o menor) de nicotina en el vapor inhalado por el consumidor. (17)

De forma general, se establece que una inhalación de nicotina en mayor concentración está determinada principalmente por la generación de temperaturas más elevadas, tal como ocurre con los cigarrillos de última generación, los cuales se vinculan con la producción de concentraciones de nicotina en el plasma de hasta un 72% superior a la concentración plasmática generada por los dispositivos de primera generación. (6) Un aspecto que vale destacar en torno a este hecho es que los niveles de nicotina etiquetados en los líquidos de los cigarrillos electrónicos en muchas ocasiones no corresponden a los valores que poseen realmente, generando así un mayor riesgo de exposición a cantidades superiores de nicotina; este hecho provoca inquietud con respecto a su seguridad, especialmente en los adolescentes, en quienes se ha sugerido que puede ocurrir una mayor dependencia hacia su consumo y en quienes existe un estado de maduración neurológica latente. (18) Si bien no existen datos concluyentes sobre las alteraciones que puede causar la nicotina se ha señalado, según estudios en animales y seres humanos, que la nicotina puede afectar negativamente los sistemas cardiovascular, respiratorio, renal y reproductivo, así como también puede tener efectos cancerígenos al promover la tumorigénesis, por su incidencia en la proliferación celular, angiogénesis y apoptosis. (4)(6)

**Impacto en la salud de los cigarrillos electrónicos**

Aunque los productos tóxicos generados por los cigarrillos electrónicos se catalogan como menos dañinos que aquellos que provienen de los cigarrillos tradicionales, los cierto es que se ha documentado evidencia sobre importantes efectos adversos en múltiples sistemas orgánicos producto de la exposición al vapor de los cigarrillos electrónicos, no obstante, se debe mencionar que, si bien existen avances en la descripción de las alteraciones producidas por el uso de este tipo de dispositivos, se desconocen en gran medida las implicaciones que pueden conllevar a largo plazo. (5)

**Alteraciones respiratorias asociadas con el consumo de cigarrillos electrónicos**

Como se espera que la toxicidad más sustancial de los cigarrillos electrónicos se produzca a nivel pulmonar y luego a nivel sistémico, muchos estudios se han basado en el análisis de este sistema afectado, utilizando modelos tanto in vitro como in vivo. (12) Existen estudios preclínicos en células epiteliales pulmonares que señalan que la exposición al vapor de los cigarrillos electrónicos puede provocar citotoxicidad, liberación de sustancias proinflamatorias, alteración de la morfología celular y estrés oxidativo. (6)

La generación de los productos tóxicos de los cigarrillos electrónicos se ha asociado con alteraciones pulmonares englobando desde irritación de la vía aérea, aumento en la producción y secreción de moco y exacerbación de síntomas respiratorios en pacientes que padecen patologías como asma, fibrosis quística y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, quienes conforman un grupo de riesgo debido a la posibilidad de sufrir una marcada obstrucción aguda de la vía aérea. (5)(19)(20)

En los usuarios de cigarrillos electrónicos previamente sanos se han reportado casos de eritema e irritación de la mucosa respiratoria, llegándose a describir incluso daño bronquial. (13) Un estudio publicado en 2022 estableció la asociación del uso crónico de cigarrillos electrónicos con casos de bronquiolitis constrictiva, entidad relacionada con lesiones en las vías respiratorias pequeñas acompañadas de fibrosis y que se expresa clínicamente por una aparición lenta de dificultad para respirar y dolor en el pecho, además de disminución de la capacidad pulmonar la misma que es valorada mediante el volumen espiratorio forzado en 1 segundo o FEV1. (9) Los pacientes que integraron el estudio referían el consumo de cigarrillos electrónicos de forma crónica desde hace 3 a 8 años y presentaron una reversión parcial de la enfermedad después de 1 a 4 años de abandonar el consumo de cigarrillos electrónicos, lo que sugería una relación causal entre el vapeo y la ocurrencia del daño pulmonar y su sintomatología. (9) En este mismo estudio se había reportado igualmente una sobreexpresión de los niveles de mucina MUC5AC en los bronquiolos, siendo esta una importante glicoproteína formadora de gel presente en la capa mucosa de las vías respiratorias y que se encuentra normalmente en el epitelio superficial de los bronquios cartilaginosos proximales. La expresión de MUC5AC a nivel de los bronquiolos tras la exposición a los productos de los cigarrillos electrónicos indican en consecuencia la generación de daño a nivel de las vías respiratorias más finas. (13)

El propilenglicol, un disolvente frecuentemente empleado en el líquido de los cigarrillos electrónicos y que está formado por la hidratación del óxido de propileno, un probable carcinógeno humano, se ha asociada también a infección de las vías respiratorias superiores. (2) Adicionalmente, la glicerina vegetal, que representa otro de los disolventes de mayor uso se ha asociado con irritación ocular, y también a nivel pulmonar y del esófago. (21)

El daño pulmonar asociado al consumo de los cigarrillos electrónicos ocurre esencialmente a nivel del parénquima y de las vías respiratorias pequeñas, de forma específica se establecen como posibles entidades derivadas de la exposición al vapor de los cigarrillos electrónicos varios tipos de neumonitis (lipoide, eosinofílica por hipersensibilidad e intersticial). (6) Asimismo, es de interés señalar el reporte de casos de neumotórax y enfisema pulmonar asociados con el vapeo, sobre todo en personas con predisposición a estas patologías. (22) Los cigarrillos electrónicos también se han utilizado como dispositivos adaptados para el consumo de sustancias psicoactivas como el fentanilo y el cannabis, lo cual resulta sumamente peligroso por su relación con casos de barotrauma, neumotórax espontáneo y enfisema bulloso, entidades

posiblemente causadas por la mayor generación de presión negativa alveolar y daño en la membrana alveolocapilar, que ocurre al vapear estos compuestos. (4)(5)

**Lesión pulmonar asociada al uso de cigarrillos electrónicos (EVALI)**

Durante el año 2019 ocurrió un brote de lesión pulmonar asociada con el uso de cigarrillos electrónicos o productos de vapeo (EVALI, por sus siglas en inglés), lo cual causó consternación por los efectos dañinos que podrían estar asociados con estos productos, ya que muchos pacientes fallecieron a causa de esta afección. (6) Esta condición fue inicialmente descrita en un reporte de casos que asoció la aparición de síntomas respiratorios, gastrointestinales y constitucionales en un total de 53 pacientes previamente sanos que informaron como único antecedente el uso de cartuchos de cigarrillos electrónicos que contenían aceite de THC; todos los pacientes afectados tenían además infiltrados bilaterales en las imágenes de tórax (criterio que se empleó como parte de la definición del caso). (8) Hasta el 18 de febrero de 2020 se había notificado en Estados Unidos un total de 2807 casos de EVALI resultando en 68 muertes. (1)(6) La forma de presentación de EVALI va desde disnea leve hasta insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda que requiere ventilación mecánica. (13)

En un esfuerzo por lograr un mayor entendimiento de EVALI y generar un algoritmo diagnóstico útil para la detección y manejo de esta afectación surgió una investigación publicada a finales 2019 en la que se estudiaron 12 casos tratados por sospecha de EVALI. (18) En dicha investigación se había descrito a EVALI como un síndrome caracterizado por insuficiencia respiratoria con una intensa respuesta inflamatoria, llevando a alteraciones como fiebre y concentraciones elevados de marcadores inflamatorios, entre ellos el PCR, la velocidad de eritrosedimentación, la procalcitonina y el valor total de leucocitos y que estaba fuertemente asociada al antecedente de haber vapeado un producto con THC o con cannabidiol (CBD). La sintomatología observada en los pacientes consistía en disnea, fiebre, emesis y tos. Casi todos pacientes que formaron parte de este estudio habían informado además una exposición al aceite de THC en aerosol, lo que incentivó la generación de un enfoque dirigido hacia el estudio de los líquidos o aceites electrónicos que contienen THC. (18)

Asimismo, una característica llamativa es que los pacientes tenían patrones de opacidad en vidrio esmerilado de forma bilateral con preservación subpleural en los estudios de imagen de tórax (radiografías y tomografías) sin tener antecedentes médicos de importancia, es decir sin ninguna posible fuente de lesión pulmonar. (18) Gracias a esta evidencia el estudio propuso definir a EVALI como la aparición de un síndrome que conlleva la aparición de síntomas respiratorios como disnea o tos, además de alteraciones gastrointestinales con manifestaciones como vómitos, en pacientes con antecedentes de vapeo en los 30 días previos a su presentación además de la presentación de imágenes de tórax con afectación del espacio aéreo bilateral. (13) De acuerdo con este estudio se produjo una mejoría consistente de los síntomas y la mejoría en la oxigenación en 1 a 2 semanas después de suspender el vapeo y a través de la administración de corticosteroides sistémicos cuando se

consideró necesario, este hecho respalda el concepto de la naturaleza inflamatoria de EVALI y su aparente resolución mediante la administración de corticosteroides. (18) En base a esta evidencia el estudio recomienda el uso empírico de 40 mg de metilprednisolona cada 8 horas por vía intravenosa, y, si el paciente muestra mejoría, pasar posteriormente a prednisona oral con una dosis creciente durante un total de 2 semanas. (18)

Recientemente han surgido estudios que han relacionado EVALI con el acetato de vitamina E (VEA), un agente espesante utilizado en productos de vapeo que contienen THC, esta afirmación se produjo a partir de la identificación de VEA en todas las muestras de lavado broncoalveolar de pacientes afectados por EVALI que previamente habían consumido productos de THC. (1)(16) Se cree que la introducción de VEA en los cartuchos de THC se produjo con el fin modificar la viscosidad de los productos e imitar cartuchos de THC más caros y mejor regulares, sin embargo, se ha establecido que cuando este agente se calienta y vaporiza, se forma, a partir de este y otros componentes, productos de descomposición puede incurrir en una cascada inflamatoria que resulta en EVALI. (6)

El mecanismo propuesto es que el calentamiento del aceite, la aerosolización y la deposición en las vías respiratorias inferiores provocan neumonía lipoidea y daño alveolar difuso, calificándose a tipo de presentación como la entidad característica de EVALI. (13) Este caso podría corresponder específicamente a un tipo de neumonía lipoidea endógena, en la cual existe acumulación de lípidos liberados por los macrófagos después de la lesión y la degradación de células epiteliales alveolares por la generación de compuestos tóxicos y productos de pirólisis a partir de VEA y otros componentes presentes en el vapor producido por los cigarrillos electrónicos. (1) Si bien el número de casos de EVALI disminuyó notablemente durante el 2020, todavía se siguen notificando casos en la actualidad. (13)

**Alteraciones sistémicas asociadas con el consumo de cigarrillos electrónicos**

A nivel cardiovascular, se ha propuesto que la inhalación del vapor de los cigarrillos electrónicos puede causar determinadas alteraciones al menos de forma aguda. (5)(23) Los mecanismos implicados en la afectación cardiovascular están relacionados con la disfunción de las células endoteliales, el estrés oxidativo y la angiogénesis. (6)(23)

Según un estudio aleatorizado, doble ciego, en el que participaron individuos que consumieron cigarrillos electrónicos con y sin nicotina, se encontró que el uso de cigarrillos electrónicos puede originar rigidez arterial y afectación hemodinámica central y periférica. (6) En dicho estudio se midió la presión arterial durante 2 horas en individuos que consumieron cigarrillos electrónicos con y sin nicotina, encontrándose después de 45 minutos un aumento transitorio de la presión arterial sistólica en el grupo que consumió cigarrillos electrónicos con nicotina, mientras que este efecto no se observó en el grupo que consumió cigarrillos electrónicos sin nicotina,

adicionalmente se evidenció un aumento de la frecuencia cardíaca durante aproximadamente 45 minutos en el mismo grupo expuesto a la nicotina. (6)

En un estudio cruzado de 40 sujetos (20 fumadores y 20 no fumadores), se investigó el impacto vascular de los cigarrillos electrónicas en comparación con los cigarrillos tradicionales, en cuanto a su implicación en el estrés oxidativo y la disfunción endotelial. Todos los participantes fumaron un cigarrillo tradicional y luego de una semana un cigarrillo electrónico, tomándose muestras antes y después de utilizar cada una de estas dos modalidades de consumo. (2) Los investigadores llegaron a la conclusión de que tanto el cigarrillo electrónico como el tradicional producen un aumento del estrés oxidativo, deterioro de la defensa antioxidante y disfunción endotelial, aunque se evidenciaron niveles mayores de ciertos marcadores proinflamatorios en el análisis de las muestras obtenidas luego de fumar cigarrillos convencionales y de igual forma en los individuos con antecedente tabáquico. (2)

De acuerdo con un estudio reciente, en el que se investigó el efecto de la nicotina y los diversos saborizantes utilizados en el líquido de los cigarrillos electrónicos en las células endoteliales, luego de la recolección de muestras de suero de usuarios de cigarrillos electrónicos y de células endoteliales derivadas de células madre pluripotentes de individuos no fumadores y la posterior exposición al vapor de los cigarrillos electrónicos, se llegó a la conclusión de que existe una tendencia hacia la disfunción endotelial, incluyéndose una menor viabilidad celular, una mayor producción de citoquinas proinflamatorias como la IL-1$\beta$ y -6 y una mayor producción de especies reactivas de oxígeno con la posterior activación de la vía relacionada con el estrés oxidativo. (6) Altos niveles de vapor electrónico también se vieron vinculados con daños en el ADN, muerte celular (tanto apoptótica como necrótica) y niveles considerablemente altos de especies reactivas de oxígenos en las muestras recolectadas en este estudio. (6)

Según una investigación reciente publicada en 2024, el uso de cigarrillos electrónicos también estaría involucrado en la ocurrencia de aterosclerosis, alteración que depende fundamentalmente de la producción de estrés oxidativo, el cual es promovido por la síntesis de especies reactivas de oxígeno que derivan del uso de los cigarrillos electrónicos que contienen nicotina, destacándose entre ellas el superóxido y el peroxinitrito. (10)(24) Se establece que estas moléculas son las responsables de promover estados proinflamatorios, proliferativos y también procoagulantes, los mismos que son característicos de la aterogénesis. La disfunción endotelial promovida por las especies reactivas de oxígeno constituye el paso inicial en la aterosclerosis y está determinada por una menor disponibilidad de factores relajantes derivados del endotelio, resaltando particularmente el óxido nítrico (NO) que tiene como función contrarrestar el efecto de las hormonas vasoconstrictoras derivadas del endotelio como la angiotensina II y la endotelina-1. Posterior al daño endotelial, ocurre el atrapamiento y depósito subendotelial de partículas de lipoproteínas circulantes que tienden a sufrir una alteración fisicoquímica al estar expuestas a los componentes presentes en el vapor generado por los cigarrillos electrónicos, se resalta

particularmente la producción de lipoproteínas de baja densidad (LDL) oxidadas. Este evento inicia una respuesta compleja que conduce al reclutamiento selectivo de monocitos circulantes de la sangre hacia la capa íntima del vaso sanguíneo, en donde se diferencian en macrófagos que son capaces de internalizar las lipoproteínas modificadas para convertirse en células espumosas (sello distintivo de las lesiones iniciales de las células espumosas). Posteriormente, participan en el daño diversas quimiocinas y factores de crecimiento, como la IL-1$\beta$ y el TNF-$\beta$, los cuales actúan sobre las células de músculo liso cercanas e inducen inflamación y la generación de mayor daño endotelial. (10) Según este estudio también se propone que el uso de cigarrillos electrónicos está asociado con niveles más bajos de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL) y mayores niveles de glucosa y colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL). (10)

En lo concerniente al sistema neurológico, la generación de especies reactivas de oxígeno a partir del uso de los cigarrillos electrónicos se ha vinculado con trastornos neurodegenerativos, déficit sensorial y enfermedades psiquiátricas. (2) Un estudio llevado a cabo en ratones estableció que el consumo de nicotina estimula ciertas regiones cerebrales, particularmente la amígdala, deviniendo la generación de convulsiones, esto respalda el hecho de determinados casos de convulsiones en los que existe intoxicación concomitante por nicotina. (6) Se establece, por lo tanto, que el consumo de cigarrillos electrónicos podría estar involucrado con la generación de convulsiones ya sea por la nicotina o por el propilenglicol. (5) El glicerol de igual manera se describe como una sustancia con efectos a nivel cerebral ya que se relaciona con alteración del ritmo circadiano. (4)

Otro de los disolventes del líquido de los cigarrillos electrónicos involucrados en la generación de alteraciones a nivel del sistema nerviosos central corresponde al etanol, presente, según un estudio, en aproximadamente el 71% de las marcas de cigarrillos electrónicos que se comercializan. (4) Este disolvente se correlaciona con la reducción del funcionamiento psicomotor. (6)

Con respecto a las alteraciones cerebrovasculares, es posible destacar que la nicotina ha sido relacionada con disfunción de la barrera hematoencefálica y con un aumento de riesgo de manifestaciones isquémicas. (6)(22)(25) Se ha demostrado que este compuesto exacerba la isquemia cerebral y la inflamación postisquémica. Pese a que los cigarrillos electrónicos no contienen la multitud de carcinógenos y compuestos tóxicos que se conoce que contienen los cigarrillos tradicionales, se ha señalado que su potencial para inducir estrés oxidativo y un impacto negativo en la barrera hematoencefálica no es significativamente diferente al de los cigarrillos convencionales. (2) Un estudio de 2022, en el que se asoció el uso de los cigarrillos electrónicos y del tabaquismo tradicional con la producción de accidentes cerebrovasculares, se había llegado a la conclusión de que existe una mayor probabilidad de inicio más temprano en la ocurrencia de eventos cerebrovasculares entre los usuarios de cigarrillos electrónicos en comparación con los fumadores tradicionales e incluso más que los consumidores duales (aquellos que utilizan de

forma concomitante cigarrillos electrónicos y convencionales). (25) Esta asociación podría estar determinada por el aumento del estrés oxidativo, cerebral y pulmonar que devienen tras la exposición al vapor del cigarrillo electrónico que es capaz de activar mecanismos tóxicos dependientes de NOX-2, particularmente aquellos dispositivos que generan compuestos como la acroleína; se señala adicionalmente que los cigarrillos electrónicos inducen la disfunción de las células endoteliales e incrementan la producción de lesiones vasculares, lo cual desempeña un papel trascendental en la patogenia del accidente cerebrovascular. (25) Se ha descrito también que los extractos de vapor de los cigarrillos electrónicos, entre ellos sustancias químicas tóxicas, partículas finas y la nicotina, son capaces de provocar la activación de las plaquetas, mediada por inflamación que genera agregación y adhesión, lo que se asocia en última instancia con el aumento del riesgo de aterosclerosis. (25)

En el sistema inmunitario, los diversos componentes del aerosol de los cigarrillos electrónicas se han relacionado con deterioro de la inmunidad humana, de forma específica se señala que la nicotina suprime la respuesta inmunitaria, disminuye los mecanismos de defensa antimicrobiana y tiene un efecto proinflamatorio en estudios in vitro. (4)

Mediante un estudio que utilizó un modelo de ratón, se demostró que el cigarrillo electrónico es capaz de producir inflamación de las vías respiratorias además de promover una respuesta inmune frente a bacterias y virus alterada, asimismo se señala que los pulmones de ratones expuestos al vapor de cigarrillos electrónicos contienen marcadores de estrés oxidativo significativamente más altos. (1) Se ha visto que en ratones con infección por patógenos como el *Streptococcus pneumoniae* o el virus de la influenza A H1N1 y que son expuestos al vapor de los cigarrillos electrónico existe una respuesta inmune frente a bacterias y virus deteriorada, llegando a producir marcadores proinflamatorios elevados, pérdida de peso e incluso la muerte. (1)(16) Estos estudios preclínicos iniciales sugieren que el vapor de los cigarrillos electrónicos tiene efectos perjudiciales en las células de las vías respiratorias, promoviendo la inflamación y aumentando la patogenicidad de virus y bacterias. (5)

En un estudio reciente se aporta información sobre los efectos de compuestos empleados en los cigarrillos electrónicos como el diacetil, la pentanediona y aromatizantes de uso frecuente como la malta y la acetoína, los mismos que se asocian con la producción de una respuesta proinflamatoria en las células epiteliales de la vía aérea y en los fibroblastos pulmonares, provocando la disminución de la resistencia a nivel celular y generando deterioro de la respuesta inflamatoria. (6)(12)

En la salud bucodental, la inhalación del vapor de los cigarrillos electrónicos está asociada a determinados daños en la cavidad oral, viéndose afectados tanto tejidos blandos como piezas dentales. (6) Diversos estudios indican la presencia de componentes potencialmente tóxicos en los cigarrillos electrónicos, entre ellos compuestos orgánicos volátiles como benceno, plomo, diacetilo, nicotina níquel y estaño, los mismos que están relacionados con la producción de síntomas que afectan

la mucosa oral la lengua, los labios y el paladar duro. (4) En este sentido, los usuarios de cigarrillos electrónicos informan comúnmente síntomas que incluyen ardor, sequedad, irritación y dolor. (26) Además de estos síntomas leves también existen casos en los que se informa de síntomas más graves como resultados de la exposición al humo de los cigarrillos electrónicos, que incluye lesiones y quemaduras y lo que se conoce como lengua negra. (6)

Los síntomas asociados al consumo de cigarrillos electrónicos no se limitan exclusivamente a la boca, sino que también se expanden pudiendo afectar la garganta. (6) Se ha establecido evidencia de que pueden ocurrir sintomatología leve que incluyen irritación, sequedad de garganta, tos y dolor, sin embargo, también es posible que ocurran alteraciones más graves como edema paratraqueal, uvulitis, amigdalitis y laringitis. (6)(26) Es de destacar que ciertos tipos de saborizantes utilizados en el líquido de los cigarrillos electrónicos pueden estar involucrados con la producción de síntomas más graves, siendo algunos de ellos la cola, canela, cítricos y ácidos. (6)

La nicotina representa asimismo el principal factor causal de daños a nivel dental, englobando manifestaciones como fracturas y la generación de grietas, se señala incluso que la exposición de las células de la pulpa dental a la nicotina puede ocasionar una respuesta inflamatoria con la capacidad de progresar a necrosis pulpar. (4) Se ha visto que este compuesto también puede favorecer el crecimiento de biofilm del *Streptococcus mutans*, lo que conlleva un aumento de la producción de caries. (4)(6) A pesar de que esta información establece evidencia sobre los efectos en la salud bucodental es necesario señalar que estos resultados se deben interpretar con cautela, puesto que pueden estar involucradas otras variables que influyen en la producción de varias de las alteraciones ya mencionadas, como la higiene oral y la dieta, los cuales constituyen factores de gran influencia en la salud oral y son generadores potenciales de formación de caries dental. (5)

Por último, se describen alteraciones en el sistema tegumentario asociadas con el uso de cigarrillos electrónicos, las mismas que consisten esencialmente en la producción de quemaduras por explosión de las bacterias de litio que forman parte de estos dispositivos. En los últimos años se han informado casos de lesiones por explosión de los cigarrillos electrónicos, siendo la mayoría de ellos vistos en hombres con lesiones que pueden afectar los muslos y las manos. Otras regiones que se ven generalmente afectadas corresponden a las piernas, el área genital, la boca y la cara. (4)

**Prevención de alteraciones respiratorias y sistémicas derivadas de la recomendación de los cigarrillos electrónicos como alternativa al uso de cigarrillos convencionales**

Una de las limitaciones más importantes en torno a la recomendación de los cigarrillos electrónicos como herramientas para dejar de utilizar cigarrillos convencionales consiste en la evidencia limitada de sus efectos a largo plazo. (19) Si bien, los productos generados por los cigarrillos electrónicos se encuentran en menor cantidad

y pueden considerarse hasta menos perjudiciales que los generados por el tabaco tradicional no se debe necesariamente concluir que los cigarrillos electrónicos podrían ser una alternativa más segura, en cambio, es más aceptable considerar y aplicar el principio de precaución, buscando por lo tanto no recomendar su uso. (4)(20) Se ha visto de igual manera que los usuarios de cigarrillos electrónicos, especialmente los adolescentes, tienen una tendencia a iniciar con el consumo de cigarrillos convencionales de forma más temprana, pudiendo pasar rápidamente de un simple uso experimental a una exposición precoz y posterior dependencia por los cigarrillos tradicionales con el riesgo de exposición a los múltiples compuestos tóxicos que involucra su consumo. Por ende, se puede inferir que existe una mayor probabilidad de ocurrencia de diversas alteraciones a nivel respiratorio y sistémico que pueden resultar como producto de esta recomendación. (1)(27)

Existen ciertos escenarios en los que es posible considerar el uso de cigarrillos electrónicos, sin embargo, en la población general la indicación definitiva es que no se promueva su consumo, por el riesgo de un uso más temprano de cigarrillos convencionales, una mayor dependencia al consumo de estos dispositivos o incluso el consumo concomitante de ambos tipos de cigarrillos existentes, lo cual puede resultar mucho más perjudicial. (20) Según un estudio únicamente podría pensarse en el consumo de cigarrillos electrónicos en los casos en los que ha fallado la aplicación de terapias de cesación tabáquica. (28)(29) Con respecto a este punto se resalta el hecho de que se debería exigir la aplicación de requerimientos de seguridad en los cigarrillos electrónicos que son comercializados y que, en el caso de aplicarse como alternativa a los cigarrillos convencionales, haya una estricta supervisión de personal capacitado en terapia de cesación tabáquica. (6)

**DISCUSIÓN:**

El vapor generado por el cigarrillo electrónico, a pesar de considerarse como menos dañinos que el de los cigarrillos tradicionales debido esencialmente a su menor concentración de sustancias tóxicas en comparación con la peligrosa combinación de múltiples químicos presentes en el humo del tabaco, no es del todo benigno, pues contiene diversos compuestos nocivos como nicotina, compuestos orgánicos volátiles, carcinógenos y metales pesados. (10)

Al comparar el trabajo de Eltorai y cols., con el de Esteban-López y cols., sobre las alteraciones respiratorias se pueden evidenciar resultados comparables, pues ambos estudios describen que la exposición al vapor de los cigarrillos electrónicos se asocia con un aumento en la citotoxicidad, liberación de citocinas proinflamatorias y estrés oxidativo, lo cual puede generar daño a nivel intersticial y de las vías respiratorias pequeñas y que puede expresarse en insuficiencia respiratoria e hipoxia. A nivel sistémico también se llegaron a conclusiones similares con respecto a las alteraciones vistas en el sistema cardiovascular y que consisten particularmente con elevación transitoria de la presión arterial, aumento de la frecuencia cardíaca y angiogénesis. (2)(6)

De acuerdo con un estudio publicado en 2020 por Tsai y cols., también se destaca el daño cardiovascular como alteración sistémica en los usuarios de cigarrillos electrónicos, pues se ha visto que estos dispositivos pueden estar involucrados en el desarrollo de rigidez arterial, aumento de la angiogénesis y riesgo de aterosclerosis. (30) Estos hallazgos son semejantes a los descritos por Sheth y cols., quienes en su estudio publicado en 2024 establecen la relación de especies reactivas de oxígeno como principal mecanismo para el desarrollo de rigidez arterial, hipertensión y aterosclerosis. (10)

Alteraciones sistémicas, relacionadas sobre todo con efectos a nivel inmunológico se han descrito en estudios recientes y son comparables. Existe evidencia acerca del uso de cigarrillos electrónicos con el desarrollo de trastornos en la inmunidad innata, elevando el riesgo de infecciones pulmonares por deterioro en los mecanismos de defensa antimicrobiana, tal como lo indican de Eltorai y cols., y Esteban-López y cols., en sus investigaciones publicadas en 2019 y 2022, respectivamente. (2)(6)

A nivel neurológico Banks y cols., en su estudio publicado en 2023 establecen el vínculo concluyente entre el uso de cigarrillos electrónicos y el desarrollo de convulsiones, resultados son comparables con los propuestos por Seiler-Ramadas en su investigación realizada en 2020, quienes además señalan la ocurrencia de lesión cerebral anóxica y acidosis láctica, alteraciones que devienen particularmente luego de la intoxicación por nicotina, uno de los componentes más prevalentes en el líquido de los cigarrillo electrónicos y que se pueden encontrar en grandes cantidades. (11)(31)

Otro de los efectos sistémicos, relacionados con la salud bucodental tiene que ver con el desarrollo alteraciones que afectan tanto a los tejidos blandos como las piezas dentales, es así como se encuentra evidencia comparable según el estudio publicado por Esteban-López y cols., y el de Usuga-David quienes describen el desarrollo de gingivitis, lesiones de la mucosa oral, producción de dolor a nivel de la lengua y aumento del riesgo de desarrollar caries. (4)(6) Un estudio publicado en 2021 propone adicionalmente que el aerosol de los cigarrillos electrónicos puede generar daño en la salud bucal al inducir inflamación gingival. (31)

En el sistema tegumentario está bien establecido el desarrollo de quemaduras que devienen del funcionamiento incorrecto de los cigarrillos electrónicos en determinados casos, siendo un importante factor la explosión de las baterías de litio, estos daños que pueden resultar potencialmente fatales y son más prevalentes en hombres, tal como lo indican Usuga-David y Banks en sus investigaciones. (4)(11) Un estudio adicional publicado en 2020 por Seiler-Ramadas señala además que a nivel dermatológico el uso de cigarrillos electrónicos podría tener una relación causal con el desarrollo de dermatitis de contacto, condición que estaría determinada por la exposición crónica al níquel contenido en el aerosol producido por estos dispositivos, además en dicha investigación se resalta el hecho de que el propilenglicol también

podría llevar a la producción de reacciones alérgicas en la piel e inducir irritación ocular. (31)

Los cigarrillos electrónicos son dispositivos que surgieron bajo el concepto de convertirse en una alternativa más segura al consumo de cigarrillos tradicionales, sin embargo, esta premisa resulta infundada actualmente, ya que en los últimos años ha surgido evidencia relevante de las posibles alteraciones que devienen de su uso, no sólo a nivel pulmonar sino también sistémico. (1)(29)

Diversos factores novedosos se han relacionado con su popularidad a nivel mundial, sobre todo en los adolescentes, quienes pueden optar por el consumo de estos dispositivos al verse atraídos por la gran diversidad de componentes que pueden incluir, especialmente la gran variedad de saborizantes (siendo los más llamativos los de fruta, menta o caramelo) y la potencia que puede utilizarse para la generación del vapor del cigarrillo electrónico. (2)(16)(21)

Los cigarrillos electrónicos se han comercializado a nivel mundial desde hace menos de 20 años, por lo tanto, pese a que se acepta la idea que los compuestos generados por los cigarrillos electrónicos pueden resultar menos dañinos para la salud que aquellos que son producidos por la combustión de los cigarrillos convencionales, lo cierto es que se requiere de estudios a largo plazo para comprender su verdadera incidencia y potencial de causar daños en la salud humana. (18) La posibilidad de estos dispositivos para inhalar otras sustancias, incluidas algunas con características psicoactivas como el cannabis, ha hecho de estos productos un medio con gran atractivo para los consumidores, no obstante, esta alteración de su uso original también se ha asociado con un mayor riesgo de alteraciones pulmonares, reportándose casos de neumotórax espontáneo y enfisema pulmonar. (13)

El consumo de cigarrillos electrónicos ha aumentado de forma exponencial en todo el mundo, de hecho, para el año 2022 se estimó que existen cerca de 35 millones de usuarios de cigarrillos electrónicos a nivel mundial y se cree que en unos años más su consumo podría superar al consumo de cigarrillos convencionales. (6) Resulta preocupante el hecho de que el consumo de cigarrillos electrónicos sea cada vez más prevalente en adolescentes, pues existen datos de que un uso de estos dispositivos a temprana edad puede generar una inclinación más rápida hacia el consumo de cigarrillos tradicionales, además la cantidad de nicotina, que en muchas de las marcas comercializadas se encuentra mal etiquetada, puede generar en este grupo poblacional adicción por este compuesto debido a que se encuentran en un estado de maduración neurológico, volviéndose susceptibles al paso de un simple uso recreacional a uno de dependencia. (1)(13)

En el año 2019 diversos reportes de pacientes, sin antecedentes de afectación pulmonar, que presentaron manifestaciones heterogéneas luego del consumo de cigarrillos electrónicos, generó preocupación mundial en torno a estos dispositivos. Esta afectación descrita como lesión pulmonar asociada al uso de cigarrillos electrónicos o productos de vapeo o EVALI (por sus siglas en inglés), fue una de las

primeras entidades bien definidas y que estaban relacionadas con los posibles efectos adversos que provienen del consumo de cigarrillos electrónicos. (8)(13) Los casos reportados parecían estar relacionados con la inclusión de un agente espesante, el VEA, en los productos de vapeo que contenían THC, por ende, esta inclusión ha hecho apremiante la necesidad de una regulación más estricta para la fabricación y comercialización de estos dispositivos, por la variedad de componentes que pueden ser empleados, algunos a pesar de tener efectos perjudiciales conocidos sobre la salud. (18)

## CONCLUSIONES:

Se han descrito efectos pulmonares derivados del consumo, como irritación de las vías respiratorias, aumento de la producción y secreción de moco y el empeoramiento de la sintomatología respiratoria en pacientes con afecciones como asma, fibrosis quística y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. A nivel respiratorio, una de las alteraciones más sobresalientes corresponde a la producción de EVALI, condición asociada con el uso de cigarrillos electrónicos que contienen THC y acetato de vitamina E y que se caracteriza por la presentación de síntomas diversos que van desde tos, dificultad para respirar y dolor torácico hasta manifestaciones gastrointestinales como dolor abdominal, vómitos y diarrea e incluso manifestaciones sistémicas como escalofríos, fiebre y pérdida de peso.

Los efectos sistémicos de los cigarrillos electrónicos se ven reflejados en la descripción de diversas alteraciones extrapulmonares, evidenciándose principalmente repercusiones en el sistema cardiovascular en donde se mencionan trastornos como disfunción endotelial y aumento de la rigidez arterial; a nivel neurológico y cerebrovascular, pues se ven involucrados con la generación de déficits sensoriales y una mayor probabilidad de ocurrencia eventos cerebrovasculares; en el sistema inmunológico, por su relación con la producción de alteraciones en la respuesta inmunitaria; en la salud bucodental, ya que se ha observado que producen desde inflamación e irritación de tejidos blandos hasta el aumento en la generación de caries dental y a nivel cutáneo, al estar vinculados principalmente con el desarrollo de quemaduras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Miyashita L, Foley G. E-cigarettes and respiratory health: the latest evidence. J Physiol [Internet]. 2020 Nov 18;598(22):5027–38. Available from: https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/JP279526

2. Eltorai AE, Choi AR, Eltorai AS. Impact of Electronic Cigarettes on Various Organ Systems. Respir Care [Internet]. 2019 Mar;64(3):328–36. Available from: http://rc.rcjournal.com/lookup/doi/10.4187/respcare.06300

3. YUMRUKUZ ŞENEL M, DURU S, KURT B. Electronic Cigarette-Related Attitudes and Behaviors of Patients Presenting to the Pulmonology Clinic. Balıkesır Heal Sci J [Internet]. 2021 Dec 27; Available from: https://dergipark.org.tr/en/doi/10.53424/balikesirsbd.978358

4. Usuga David M. Efectos nocivos del cigarrillo electrónico para la salud humana. Una revisión. Rev Colomb Neumol [Internet]. 2023 Jun 1;35(1):46–66. Available from: https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/604

5. Marques P, Piqueras L, Sanz M-J. An updated overview of e-cigarette impact on human health. Respir Res [Internet]. 2021 Dec 18;22(1):151. Available from: https://respiratory-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12931-021-01737-5

6. Esteban-Lopez M, Perry MD, Garbinski LD, Manevski M, Andre M, Ceyhan Y, et al. Health effects and known pathology associated with the use of E-cigarettes. Toxicol Reports [Internet]. 2022;9:1357–68. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214750022001421

7. Xie W, Tackett AP, Berlowitz JB, Harlow AF, Kathuria H, Galiatsatos P, et al. Association of Electronic Cigarette Use with Respiratory Symptom Development among U.S. Young Adults. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. 2022 Jun 1;205(11):1320–9. Available from: https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.202107-1718OC

8. Layden JE, Ghinai I, Pray I, Kimball A, Layer M, Tenforde MW, et al. Pulmonary Illness Related to E-Cigarette Use in Illinois and Wisconsin — Final Report. N Engl J Med [Internet]. 2020 Mar 5;382(10):903–16. Available from: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1911614

9. Hariri LP, Flashner BM, Kanarek DJ, O'Donnell WJ, Soskis A, Ziehr DR, et al. E-Cigarette Use, Small Airway Fibrosis, and Constrictive Bronchiolitis. NEJM Evid [Internet]. 2022 May 24;1(6). Available from: https://evidence.nejm.org/doi/10.1056/EVIDoa2100051

10. Sheth P, Mehta F, Jangid G, Anamika FNU, Singh B, Kanagala SG, et al. The Rising Use of E-Cigarettes: Unveiling the Health Risks and Controversies. Cardiol Rev [Internet]. 2024 Feb 22; Available from: https://journals.lww.com/10.1097/CRD.0000000000000666

11. Banks E, Yazidjoglou A, Brown S, Nguyen M, Martin M, Beckwith K, et al. Electronic cigarettes and health outcomes: umbrella and systematic review of the global evidence. Med J Aust [Internet]. 2023 Apr 3;218(6):267–75. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.5694/mja2.51890

12. Gotts JE, Jordt S-E, McConnell R, ¿Tarran R. What are the respiratory effects of e-cigarettes? BMJ [Internet]. 2019 Sep 30;l5275. Available from: https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.l5275

13. Park J-A, Crotty Alexander LE, Christiani DC. Vaping and Lung Inflammation and Injury. Annu Rev Physiol [Internet]. 2022 Feb 10;84(1):611–29. Available from: https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-physiol-061121-040014

14. Chaiton M, Pienkowski M, Musani I, Blondy SJ, Cohen JE, Dubray J, et al. Smoking, e-cigarettes and the effect on respiratory symptoms among a population sample of youth: retrospective study. medRxiv [Internet]. 2022; Available from:

https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.03.10.22272186v1.full.pdf

15. Harrell PT, Brandon TH, England KJ, Barnett TE, Brockenberry LO, Simmons VN, et al. Vaping Expectancies: A Qualitative Study among Young Adult Nonusers, Smokers, Vapers, and Dual Users. Subst Abus Res Treat [Internet]. 2019 Jan 19;13:117822181986621. Available from: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1178221819866210

16. Wills TA, Soneji SS, Choi K, Jaspers I, Tam EK. E-cigarette use and respiratory disorders: an integrative review of converging evidence from epidemiological and laboratory studies. Eur Respir J [Internet]. 2021 Jan;57(1):1901815. Available from: http://erj.ersjournals.com/lookup/doi/10.1183/13993003.01815-2019

17. Xie W, Kathuria H, Galiatsatos P, Blaha MJ, Hamburg NM, Robertson RM, et al. Association of Electronic Cigarette Use With Incident Respiratory Conditions Among US Adults From 2013 to 2018. JAMA Netw Open [Internet]. 2020 Nov 12;3(11):e2020816. Available from: https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2772829

18. Kalininskiy A, Bach CT, Nacca NE, Ginsberg G, Marraffa J, Navarette KA, et al. E-cigarette, or vaping, product use associated lung injury (EVALI): case series and diagnostic approach. Lancet Respir Med [Internet]. 2019 Dec;7(12):1017–26. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213260019304151

19. Palamidas A, Tsikrika S, Katsaounou P, Vakali S, Gennimata S-A, Kaltsakas G, et al. Acute effects of short term use of e-cigarettes on airways physiology and respiratory symptoms in smokers with and without airways obstructive diseases and in healthy non smokers. Tob Prev Cessat [Internet]. 2017 Mar 1;3(March). Available from: http://www.journalssystem.com/tpc/Acute-effects-of-short-term-use-of-e-cigarettes-on-airways-physiology-and-respiratory-symptoms-in-smokers-with-and-without-airways-obstructive-diseases-and-in-healthy-non-smokers,67799,0,2.html

20. Balfour DJK, Benowitz NL, Colby SM, Hatsukami DK, Lando HA, Leischow SJ, et al. Balancing Consideration of the Risks and Benefits of E-Cigarettes. Am J Public Health [Internet]. 2021 Sep;111(9):1661–72. Available from: https://ajph.aphapublications.org/doi/full/10.2105/AJPH.2021.306416

21. Al-Ghamdi HS, Althagafi NG, Alshawaf MJ, Allathiqani OM, Almaflehi RA, Almuzaini FA, et al. The use of e-cigarettes and its risk of respiratory diseases. Int J Community Med Public Heal [Internet]. 2021 Oct 27;8(11):5593. Available from: https://www.ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/view/9003

22. Wasfi RA, Bang F, de Groh M, Champagne A, Han A, Lang JJ, et al. Chronic health effects associated with electronic cigarette use: A systematic review. Front Public Heal [Internet]. 2022 Oct 6;10. Available from: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2022.959622/full

23. Rose JJ, Krishnan-Sarin S, Exil VJ, Hamburg NM, Fetterman JL, Ichinose F, et al. Cardiopulmonary Impact of Electronic Cigarettes and Vaping Products: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation [Internet]. 2023 Aug 22;148(8):703–28. Available from:

https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001160

24. Xu A, Duan K, Yang W, Feng G, Wu Z, Jiang X, et al. The toxic effects of electronic cigarette aerosol and cigarette smoke on cardiovascular, gastrointestinal and renal systems in mice. Sci Rep [Internet]. 2023 Jul 31;13(1):12366. Available from: https://www.nature.com/articles/s41598-023-39201-7

25. Patel U, Patel N, Khurana M, Parulekar A, Patel A, Ortiz JF, et al. Effect Comparison of E-Cigarette and Traditional Smoking and Association with Stroke—A Cross-Sectional Study of NHANES. Neurol Int [Internet]. 2022 May 27;14(2):441–52. Available from: https://www.mdpi.com/2035-8377/14/2/37

26. Hua M, Sadah S, Hristidis V, Talbot P. Health Effects Associated With Electronic Cigarette Use: Automated Mining of Online Forums. J Med Internet Res [Internet]. 2020 Jan 3;22(1):e15684. Available from: https://www.jmir.org/2020/1/e15684

27. Glantz SA, Nguyen N, Oliveira da Silva AL. Population-Based Disease Odds for E-Cigarettes and Dual Use versus Cigarettes. NEJM Evid [Internet]. 2024 Feb 27;3(3). Available from: https://evidence.nejm.org/doi/10.1056/EVIDoa2300229

28. Joshi D, Duong M, Kirkland S, Raina P. Impact of electronic cigarette ever use on lung function in adults aged 45–85: a cross-sectional analysis from the Canadian Longitudinal Study on Aging. BMJ Open [Internet]. 2021 Oct;11(10):e051519. Available from: https://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2021-051519

29. Chen R, Pierce JP, Leas EC, Benmarhnia T, Strong DR, White MM, et al. Effectiveness of e-cigarettes as aids for smoking cessation: evidence from the PATH Study cohort, 2017–2019. Tob Control [Internet]. 2022 Feb 7;tobaccocontrol-2021-056901. Available from: https://tobaccocontrol.bmj.com/lookup/doi/10.1136/tobaccocontrol-2021-056901

30. Tsai M, Byun MK, Shin J, Crotty Alexander LE. Effects of e-cigarettes and vaping devices on cardiac and pulmonary physiology. J Physiol [Internet]. 2020 Nov 12;598(22):5039–62. Available from: https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/JP279754

31. Seiler-Ramadas R, Sandner I, Haider S, Grabovac I, Dorner TE. Health effects of electronic cigarette (e-cigarette) use on organ systems and its implications for public health. Wien Klin Wochenschr [Internet]. 2021 Oct 20;133(19–20):1020–7. Available from: https://link.springer.com/10.1007/s00508-020-01711-z

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).