

Revisión de la literatura

Cigarrillos electrónicos en jóvenes: ¿Cuáles son los verdaderos efectos en la salud?

Electronic cigarettes in youth population: Which are the real effects on health?

Cielo Chamorro-Insuasty^{1,a}, Daniel Mafla-Rodríguez^{2,a}, Valentina Medina-Román^{1,a},
Helberg Asencio-Santofimio^{3,a}

1. Médica.
2. Médico.
3. Biólogo, Doctor en Ciencias Biomédicas, Profesor Departamento de Ciencias Básicas de la Salud.

a. Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia).

CORRESPONDENCIA

Valentina Medina Román
ORCID ID <https://orcid.org/0009-0006-3773-6523>
Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)
E-mail: valen121900@javerianacali.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del artículo hacen constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de intereses que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

RECIBIDO: 03 de julio de 2024.

ACEPTADO: 13 de febrero de 2026.

RESUMEN

Los cigarrillos electrónicos surgieron como una alternativa para los consumidores de cigarrillo convencional, dado que el tabaquismo representa el 9% de las muertes a nivel mundial. Su objetivo inicial era facilitar la cesación del consumo de tabaco mediante la disminución progresiva en el aporte de nicotina. Sin embargo, el cigarrillo electrónico ha favorecido la adicción a la nicotina en jóvenes sin exposición previa al tabaco. Esta situación preocupa a la salud pública, dado que compromete la salud respiratoria y sistémica de sus usuarios. Entre los múltiples efectos fisiopatológicos destaca la desregulación de la fisiología de la vía aérea, secundaria a la inhalación de diversas sustancias. Esta exposición puede inducir inflamación y lesión celular, mientras que sus posibles consecuencias fibróticas a largo plazo continúan en investigación. Entre ellas destaca la lesión pulmonar asociada al uso de cigarrillos electrónicos o vapeo (EVALI, por sus siglas en inglés), un tipo de daño pulmonar agudo reportado en consumidores recientes. Su diagnóstico requiere de hallazgos sugestivos en la tomografía computarizada de tórax, siendo los más frecuentes las opacidades en vidrio esmerilado y los nódulos centrilobulillares, los cuales corresponden a patrones histopatológicos de neumonía organizada y daño alveolar difuso. Aunque la radiografía de tórax y la ecografía pulmonar en el punto de atención (POCUS) carecen de estudios consolidados en este contexto, pueden resultar útiles en escenarios clínicos puntuales. Asimismo, debido a que la EVALI comparte características con otras formas de lesión pulmonar aguda, resulta fundamental correlacionar los hallazgos de imagen con la historia clínica y la evolución de la enfermedad. El objetivo de esta revisión es describir los efectos a corto, mediano y largo plazo del uso de cigarrillos electrónicos en personas jóvenes sin exposición previa a la nicotina, con el propósito de generar conciencia sobre las implicaciones de estos dispositivos. Para ello, se realizó un análisis detallado de la literatura científica publicada en los últimos cinco años en bases de datos y revistas médicas reconocidas, haciendo énfasis en sus aspectos fundamentales (características de los cigarrillos electrónicos, efectos fisiológicos, hallazgos clínicos e histopatológicos) y en las alteraciones imagenológicas asociadas al uso crónico de estos dispositivos.

Palabras clave: Cigarrillos electrónicos, EVALI, vapeadores, tóxicos, enfermedad respiratoria.

ABSTRACT

Electronic cigarettes emerged as an alternative for conventional cigarette consumers, given that smoking accounts for 9% of deaths worldwide. Their initial goal was to facilitate smoking cessation through a progressive reduction in nicotine intake. However, electronic cigarettes have fostered nicotine addiction in young people without prior exposure to tobacco. This situation is a public health concern, as it compromises the respiratory and systemic health of users. Among the multiple pathophysiological effects, the dysregulation of airway physiology secondary to the inhalation of various substances stands out. This alteration triggers a process of chronic inflammation and cellular injury leading to pulmonary tissue fibrosis, promoting local and systemic manifestations. Prominent among these is e-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI), a type of acute lung injury reported in recent consumers. Its diagnosis requires suggestive findings on chest computed tomography, the most frequent being ground-glass opacities and centrilobular nodules, which correspond to histopathological patterns of organizing pneumonia and diffuse alveolar damage. Although chest radiography and point-of-care lung ultrasound (POCUS) lack consolidated studies in this context, they can be useful in specific clinical scenarios. Furthermore, because EVALI shares features with other forms of acute lung injury, it is essential to correlate imaging findings with medical history and the course of the disease. The objective of this review is to describe the short-, medium-, and long-term effects of electronic cigarette use in young people without prior exposure to nicotine, with the aim of raising awareness about the implications of these devices. To this end, a detailed analysis of scientific literature published in the last five years in recognized medical databases and journals was conducted, emphasizing key aspects (characteristics of electronic cigarettes, physiological effects, clinical and histopathological findings) and imaging alterations associated with chronic electronic cigarette use.

Key words: E-cigarettes, EVALI, vaping, toxics, respiratory disease.

Chamorro-Insuasty C, Mafla-Rodríguez D, Medina-Román V, Asencio-Santofimio H. Cigarrillos electrónicos en jóvenes: ¿Cuáles son los verdaderos efectos en la salud? *Salutem Scientia Spiritus* 2026; 12(3):65-74.



La Revista *Salutem Scientia Spiritus* usa la licencia Creative Commons de Atribución - No comercial - Sin derivar.

Los textos de la revista son posibles de ser descargados en versión PDF siempre que sea reconocida la autoría y el texto no tenga modificaciones de ningún tipo.

INTRODUCCIÓN

Los vapeadores o cigarrillos electrónicos aparecieron en el mercado de Estados Unidos en el año 2006 con el propósito de ser un coadyuvante en el cese del consumo de tabaco. Adicionalmente, desde que se patentaron en Estados Unidos como “cigarrillo electrónico aromático”, se evidencia un rápido ascenso en su consumo, especialmente desde 2014 y en poblaciones escolares, adolescentes y jóvenes que no tienen antecedentes previos de consumo de tabaco; además, pasan a ser el principal producto de tabaco consumido.^{1,2} Estos dispositivos contienen diversas sustancias, como la nicotina, que al consumirse en forma de vapor alteran la fisiología respiratoria y sistémica. Las manifestaciones se presentan ante el uso crónico del dispositivo, generando lesión pulmonar asociada al cigarrillo electrónico y el vapo (EVALI, por sus siglas en inglés).³

Entre 2019 y 2020 se reportaron 2800 casos de EVALI en el mundo, principalmente en hombres entre 19 y 35 años que se encuentran sanos previo a la presentación de la entidad; las manifestaciones clínicas reportadas son muy variadas e inespecíficas, pero destacan los síntomas constitucionales y gastrointestinales.⁴ En la mayoría de los casos, los hallazgos patológicos son sugestivos de lesión pulmonar inducida por químicos o tóxicos; específicamente, se encuentran combinaciones de varios patrones histopatológicos: daño alveolar difuso, neumonía organizada y neumonitis fibrosa,^{4,5} además, los estudios de radiografía y tomografía computarizada en pacientes con EVALI revelan una variedad de hallazgos, que abarcan desde opacidades difusas hasta efusiones pleurales.⁵

Actualmente, se siguen estudiando las diferentes formas de presentación de esta entidad debido a la gran relevancia que adquiere para la salud pública; sin embargo, los conocimientos de los profesionales de la salud al respecto aún son limitados. Este artículo revisa los efectos a corto, mediano y largo plazo del uso de cigarrillos electrónicos en personas jóvenes sin exposición anterior a nicotina, mediante una revisión de la literatura actual, para lograr concientizar sobre las implicaciones del uso de estos dispositivos y reconocer los principales factores que influyen en el desarrollo de esta patología pulmonar y sus hallazgos imagenológicos más representativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis detallado de la literatura disponible sobre EVALI en los últimos cinco años, haciendo énfasis en los aspectos fundamentales (características de los cigarrillos electrónicos, efectos en la fisiología, hallazgos clínicos y patológicos) y hallazgos imagenológicos correspondientes al uso crónico de cigarrillos electrónicos. La búsqueda de información se realizó en bases de datos y revistas reconocidas de contenido médico-científico, tales como Medline, *The New England Journal of Medicine* y

Elsevier, con los términos “*electronic cigarette*”, “*vaping*”, “*vape*”, “*vapeadores*”, “*EVALI*”, “*lung injury*” y “*imaging*”. De forma específica, para la búsqueda de datos epidemiológicos se utilizó la siguiente combinación de términos MeSH: (((*electronic cigarette*) OR (*E-cigs*))) AND (*Epidemiology*), y posteriormente, para la revisión de los hallazgos radiológicos, se utilizaron: (((*Vaping*)[Mesh]) OR “*Electronic Nicotine Delivery Systems*”[Mesh]) AND “*Lung Injury*”[Mesh]) AND “*Diagnostic Imaging*”[Mesh] y (((*Vaping*)[Mesh]) OR “*Electronic Nicotine Delivery Systems*”[Mesh]) AND “*Lung Injury*”[Mesh]) AND “*Diagnosis*”[Mesh]. Finalmente, en esta revisión se tuvieron en cuenta artículos de revisión de tema, artículos de revisión sistemática de la literatura y reportes de caso.

RESULTADOS

Historia del consumo de tabaco

El consumo de tabaco se originó en las regiones tropicales de América, dado que las poblaciones nativas lo consumían de forma generalizada por razones culturales, religiosas o médicas. El consumo aumentó durante los años 1800 y 1900. A mediados del siglo XX, se estableció la relación causal entre las enfermedades crónicas, distintos tipos de cáncer y el humo del tabaco. Por lo cual, el consumo de tabaco disminuyó significativamente en Estados Unidos, pasando de un 42% en 1965 a un 19% en 2017. Sin embargo, en todo el mundo, el consumo de tabaco sigue siendo un importante problema de salud pública, y se estima que el 9% de las muertes se atribuyen al tabaquismo.⁵

A finales del siglo XX y principios del XXI, las regulaciones sanitarias impusieron fuertes restricciones a la publicidad de cigarrillos y productos de tabaco, con una disminución posterior en el consumo, en especial en poblaciones adolescentes menores de 18 años; pero, debido a esto, surgen en el mercado estadounidense en 2006 los cigarrillos electrónicos, cuando China los patenta como un “cigarrillo de atomización electrónica”, inicialmente comercializados con el objetivo de disminuir el consumo de tabaco en la sociedad y ofrecer al mercado un producto menos lesivo que permita la cesación de consumo para las personas adictas a la nicotina.²

Epidemiología

Se ha demostrado cómo el consumo de cigarrillos electrónicos se populariza entre los jóvenes alrededor del año 2014, dado que, al ser productos compuestos principalmente por nicotina, aromatizantes y humectantes, facilitan la discreción en el consumo en las zonas públicas; además, las soluciones de cigarrillos electrónicos tienen diferentes concentraciones de nicotina, por lo que permiten al usuario variar a la que sea preferente para su elección, y sus distintos aromatizantes también permiten una mayor variedad

Tabla 1. Porcentaje estimado de consumo de tabaco en escolares de Estados Unidos

Caracterización	% <i>Middle School</i> (11 a 16 años)	% <i>High School</i> (16 a 18 años)
Consumidores de cigarrillo convencional	2,3	5,87
Consumidores de cigarrillos electrónicos	10,5	27,57
Consumidores de cigarrillo electrónicos al menos 20 días o más en los últimos 30 días	18,0	34,27
Consumidores de cigarrillo electrónico con saborizantes	59,2	72,27

en sabores, e inclusive no generan el aroma característico de la nicotina del cigarrillo convencional, por lo que fácilmente pueden ser compartidos con consumidores pasivos, es decir, con las personas que se encuentran alrededor, que no están fumando, pero se encuentran en contacto con el ambiente donde está el vapor exhalado.^{6,7,8} Además, la publicidad de los cigarrillos electrónicos cada vez se encuentra más accesible a la población adolescente con el aumento de distintos canales de información, por tanto, también es menos regulada.⁹

Según la Tabla 1, en 2019 el 27,5% de los estudiantes de high school y el 10,5% de los estudiantes de *middle school* reportan consumo de cigarrillos electrónicos, mientras que el consumo de cigarrillo convencional es significativamente menor, siendo consumidores el 5,8% de los estudiantes de high school y el 2,3% de los estudiantes de *middle school*. Dentro de los jóvenes que afirman ser consumidores de cigarrillo electrónico, el 34,2% de los estudiantes de high school y el 18,0% de los estudiantes de middle school refieren haber hecho uso de los dispositivos al menos 20 días o más en los últimos 30 días y el 72,2% de los estudiantes de high school y el 59,2% de los estudiantes de middle school prefieren los dispositivos que incluyen algún saborizante.^{10,11,12} Al contrastar las cifras epidemiológicas de los niveles de educación en Estados Unidos con los niveles de educación en Colombia, se debe tener en cuenta que la clasificación de educación tiene nombres y jerarquías distintas, por lo cual, según el Ministerio de Educación,¹³ el *middle school* puede ser similar a la básica secundaria y el *high school* puede corresponder a la educación media. Sin embargo, es muy importante aclarar que en Colombia existen distintos registros estadísticos del consumo de sustancias psicoactivas,¹⁴ entre ellas el cigarrillo electrónico por parte de los jóvenes, como la Encuesta Nacional sobre Consumo de Sustancias Psicoactivas;¹⁵ sin embargo, no se han realizado estudios recientes

Tabla 2. Componentes químicos de los cigarrillos electrónicos

Moléculas no carcinógenas halladas ¹⁰	
- Nicotina - Solventes/humectantes (propilenglicol y glicerol). - Saborizantes. - Compuestos carbonílicos. - Alcaloides del tabaco. - Nitrosaminas del tabaco. - Radicales libres y especies reactivas de oxígeno. - Compuestos orgánicos volátiles y compuestos fenólicos. - Solventes residuales. - Hidrocarburos aromáticos policíclicos. - Ftalatos. - Metales. - Cafeína. - Sustancias presentes en los cigarrillos combustibles pero que normalmente no se identifican en los aerosoles de los cigarrillos electrónicos. - Monóxido de carbono.	
Moléculas carcinógenas halladas ¹⁰	
Clase 1: Potentes carcinógenos	Formaldehído Benceno4-(metilnitroso-amino)-1-(3-piridil)-1- Butanona Cadmio
Clase 2a: Carcinógenos probables	Acetaldehído 1,2-propanodiol Isopreno Benzo(a)pireno Benzo(b)fluoranteno Benzo(k)fluoranteno Indenol(1,2,3-cd)pireno Cromo
Clase 2b: Posibles carcinógenos	Acroleína Tolueno M,p-xileno Fenol Benzo(e)pireno Benzo(g,h,i)perileno Criseno Níquel (más en cigarrillos electrónicos)

en los que se evidencie cómo el consumo de cigarrillo electrónico ha ido incrementando en la población joven.¹⁶

Además, la prevalencia del uso de cigarrillos electrónicos a nivel mundial también evidencia un incremento. En Estados Unidos la población joven aumenta su uso del 0,6% en 2011 al 10,5% en 2019 entre estudiantes de *middle school* y del 1,5% al 27,5% entre los estudiantes de *high school*. En el Reino Unido, la prevalencia del uso de cigarrillos electrónicos a lo largo de la vida entre los 11 y los 16 años aumenta del 7% en 2016 al 11% en 2017; sin embargo, la prevalencia de consumo en el continente europeo es

muy variable dependiendo de la ciudad y la comunidad joven.⁸ En Asia, las estimaciones del uso de cigarrillos electrónicos a lo largo de la vida incluyen el 4,4% entre los adolescentes de 15 a 17 años en Taiwán y el 9,3% entre estudiantes de secundaria en Hong Kong.^{17,18}

Componentes de los cigarrillos electrónicos

Los cigarrillos electrónicos contienen tres componentes principales: sustancias psicoactivas, solventes y saborizantes fabricados artificialmente.^{2,19} La sustancia psicoactiva más común es la nicotina, la cual actúa como un alcaloide de alta adicción, siendo utilizada en combinación con otras sustancias menores que, además, han sido identificadas como carcinógenos,⁵ como se muestra en la Tabla 2. Dentro de los principales solventes encontrados en estos dispositivos están la glicerina de origen vegetal y el propilenglicol.^{20,21} Estos componentes juegan un rol importante al lograr disolver la nicotina y alcanzar concentraciones esperadas, además de permitir una consistencia adecuada para la formación de la nube de vapor.⁵

Patogénesis

La exposición a las sustancias químicas previamente mencionadas induce un estado proinflamatorio, inicialmente de forma local en el pulmón, y posteriormente se evidencia la expresión de las manifestaciones sistémicas. Al inhalar estas sustancias se produce una secreción de citocinas inflamatorias, como la IL-1β, IL-6, IL-8 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), provenientes de las células epiteliales, y simultáneamente el inicio de la inflamación en la vía aérea superior. Entre las principales células implicadas en el mecanismo de respuesta ante la inhalación de aerosoles se encuentran macrófagos alveolares, neutrófilos, eosinófilos y células T.²² Además de la activación de una amplia respuesta inmune, los cigarrillos electrónicos disminuyen la resistencia eléctrica de las células endoteliales, llevando a cambios importantes en la viabilidad celular por un cambio en la señalización de las células del tejido (activación de p38 MAPK), siendo cambios similares a la exposición por tabaco en el cigarrillo. Estos cambios inflamatorios promueven un estado eritematoso e irritativo en la mucosa de la vía aérea, causando incluso injuria a nivel bronquial.²³ Ante la respuesta inflamatoria crónica, en donde se induce la producción de miofibroblastos, se da un depósito anormal de colágeno y una injuria epitelial de origen alveolar, produciendo una fibrosis pulmonar idiopática (FPI), dando como resultado un inadecuado intercambio gaseoso, falla respiratoria e incluso la muerte.^{24,25} Es así como las manifestaciones inflamatorias se pueden expresar desde varias líneas celulares que se encuentran afectadas e influir en diferentes puntos del sistema respiratorio, como se muestra en la Tabla 3.

EVALI (E-cigarette or Vaping Use-Associated Lung Injury)

Tabla 3. Efectos adversos del cigarrillo electrónico en el pulmón.
Efectos generales en el pulmón ¹¹
• Aumento de citocinas y quimiocinas • Aumento de la infiltración de células inflamatorias. • Aumento de la actividad de las células inflamatorias. • Aumento del daño por ROS y ADN (vH2AX) • Proteómica alterada y perfiles transcriptómicos • Metabolismo celular alterado
Efectos en la vía aérea ¹¹
• Hiperreactividad • Mayor resistencia de las vías respiratorias • Hipersecreción de moco • Descamación de células epiteliales
Efectos en la inmunidad del huésped ¹¹
• Integridad de la capa epitelial alterada • Reducción de la fagocitosis de macrófagos • Eliminación bacteriana reducida • Inmunidad antiviral reducida
Efectos en el compartimento alveolar ¹¹
• Intercambio de gases deteriorado • Neumonitis hipersensible • Edema alveolar • Proteína tensioactiva reducida • Síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)

EVALI o lesión pulmonar asociada a cigarrillos electrónicos es una nueva consideración patológica para pacientes con dificultad respiratoria aguda o subaguda, asociada a otros síntomas respiratorios, como tos y dolor torácico, y síntomas sistémicos, como diarrea, dolor abdominal y fiebre, además de consumo previo de cigarrillos electrónicos durante los 90 días anteriores a la aparición de los síntomas, imágenes de tórax sugestivas de una lesión pulmonar aguda y pruebas que descarten infección respiratoria u otra alternativa diagnóstica.²⁶

Los pacientes diagnosticados con EVALI suelen reportar el consumo predominante de productos que contienen tetrahidrocannabinol (THC) y, en menor medida, de nicotina, antes del inicio de los síntomas,²⁷⁻²⁹ aunque esto difiere en reportes de casos fuera de Estados Unidos, en los cuales se registra más consumo de nicotina o sus derivados.³⁰ Por otro lado, en relación con la severidad de su presentación clínica, la mayoría de los registros son casos no fatales que pueden o no requerir manejo en una unidad de cuidados intensivos;^{28,31} sin embargo, también se encuentra relación entre la mortalidad por EVALI y factores como comorbilidades cardiorrespiratorias preexistentes (asma, EPOC, insuficiencia cardíaca), trastornos de salud mental, inicio más severo de los síntomas y retraso en la búsqueda de atención médica.³² Además,

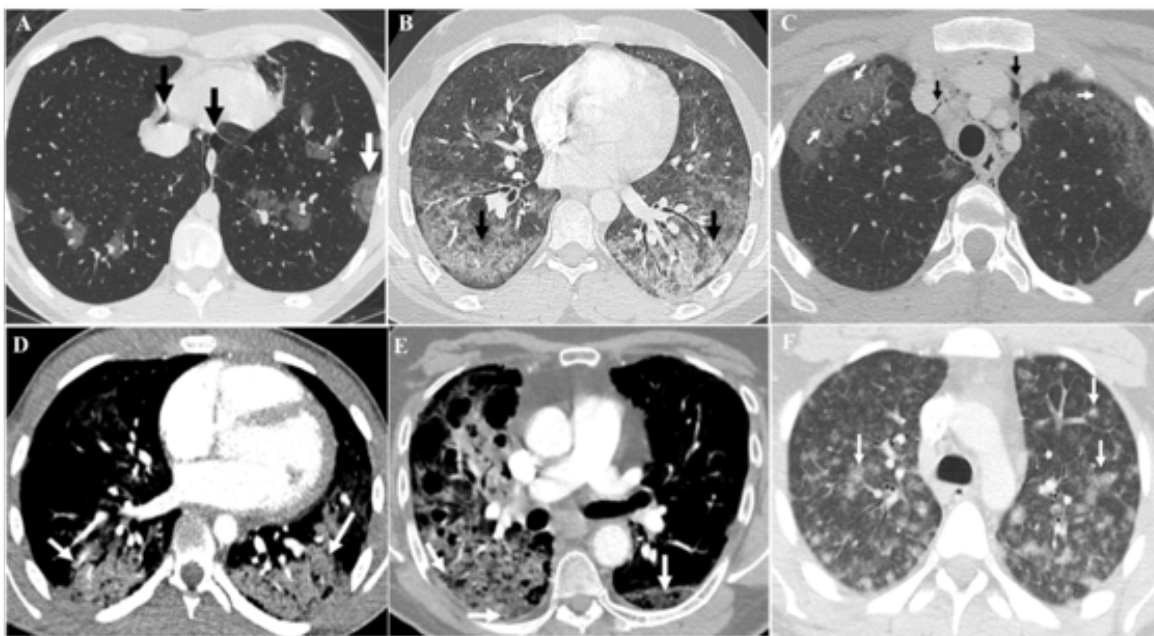


Figura 1. Hallazgos en TC de tórax en EVALI. A. Neumonía organizada: TC de tórax con neumomediastino (flecha negra), múltiples opacidades en vidrio esmerilado bilaterales con distribución peribroncovascular y periférica con predominio en lóbulo inferior subpleural (flecha blanca). B. Daño alveolar difuso: TC de tórax tomada al día cinco de inicio de síntomas, con opacidad difusa en vidrio esmerilado con predominio en lóbulo inferior y consolidación. C. Neumonía eosinofílica aguda: TC con opacidades en vidrio esmerilado bilaterales, simétricas, con distribución periférica y engrosamiento intersticial leve (flechas blancas). Adicionalmente, con neumomediastino incidental (flecha negra). D. Hemorragia alveolar difusa: Angiografía por TC de paciente con disnea y hemoptisis, con consolidación bilateral de alta densidad (flechas) con áreas de preservación subpleural. E. Neumonía lipóide: TC de tórax con consolidación bilateral con predominio en el lóbulo inferior con área de baja densidad de grasa (HU: -40 a -90) (Flechas). F. Neumonitis por hipersensibilidad: TC de tórax con nódulos en vidrio esmerilado predominantes en el lóbulo superior (flechas blancas) superpuestos con opacidades en vidrio esmerilado difusas y algunas áreas de nódulos peribroncovasculares lo que es consistente con un patrón mixto de hipersensibilidad y OP.¹⁷

se reportan casos en donde la presencia de EVALI en pacientes con infecciones respiratorias agudas, como la influenza, empeora el cuadro clínico, favoreciendo su progresión a un síndrome de dificultad respiratoria aguda.³³

HALLAZGOS IMAGENOLÓGICOS

El diagnóstico de EVALI incluye necesariamente anomalías en las imágenes de tórax, ya que en la mayoría de reportes de casos y revisiones de literatura se describen hallazgos imagenológicos variables que, si bien no son específicos, se encuentran frecuentemente en pacientes con esta entidad.^{5,34} Dicha variabilidad se debe a la heterogeneidad de las sustancias usadas en los cigarrillos electrónicos, al diseño de los dispositivos y a factores asociados al usuario, como las características del consumo y su susceptibilidad biológica.³⁵

En un estudio de cohorte retrospectivo donde se describen los hallazgos en tomografía computarizada (TC) de 160 casos de

EVALI, se encuentra que el patrón de neumonía organizada es el más reportado en toda la muestra, mientras que el de daño alveolar difuso es el principal hallazgo en pacientes con historia de consumo mayor a seis meses. Además, las características de las lesiones encontradas son similares a las reportadas por inhalación de otras sustancias (p. e. marihuana) y tóxicos (p. e. gas de cloro). Por ejemplo, en el 36,3% de los pacientes se encuentran nódulos centrilobulillares asociados a opacidades en el parénquima que corresponden a una lesión bronquiocéntrica predominante en áreas con patrón de neumonía organizada y neumonía organizada aguda y fibrosa (AFOP, por sus siglas en inglés), lo que respalda la definición de EVALI como una lesión por inhalación tóxica en lugar de una reacción de hipersensibilidad.³⁵

En términos generales, se identifican patrones imagenológicos de lesión pulmonar aguda que coinciden con los efectos histopatológicos atribuidos a los aerosoles generados por los cigarrillos electrónicos. Los más frecuentemente reportados son el daño alveolar difuso (DAD) y la neumonía organizada (OP, por sus

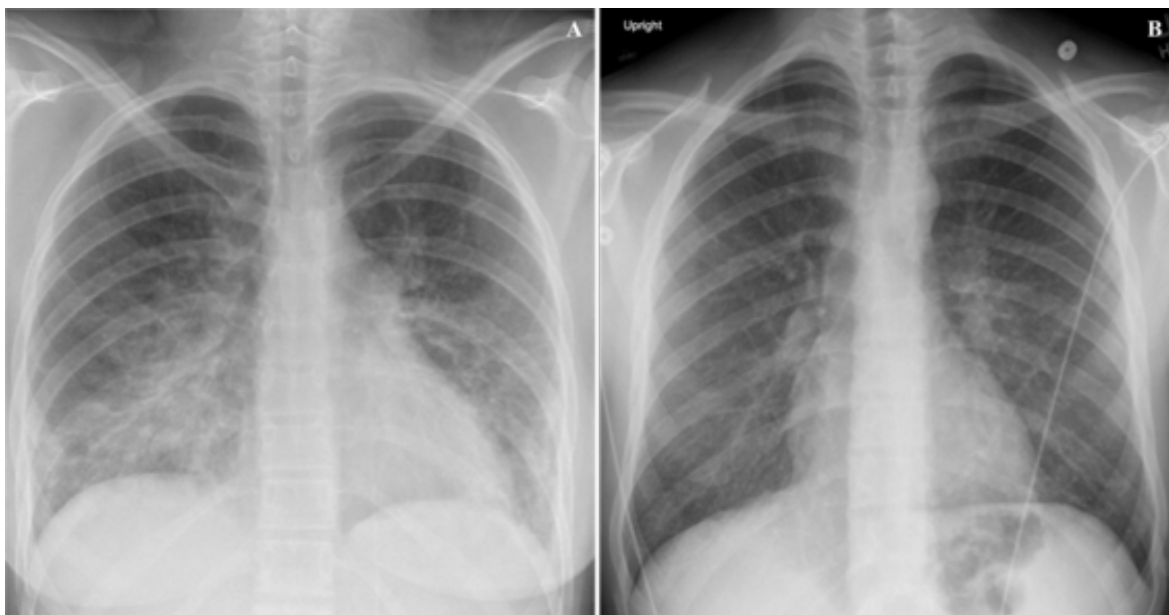


Figura 2. Hallazgos en radiografía de tórax en EVALI. Imagen A Paciente de 16 años con historia de uso de cigarrillos electrónicos por un año. Se observa radiografía de tórax posteroanterior con opacidades en vidrio esmerilado bilaterales y simétricas con áreas de consolidación en lóbulo inferior. Imagen B Paciente de 16 años con historia de 2 años de consumo de cigarrillos electrónicos con nicotina y tetrahidrocannabinol. Se muestra radiografía de tórax posteroanterior con opacidades en vidrio esmerilado simétricas y bilaterales predominantes en lóbulo inferior.²¹

siglas en inglés). Sin embargo, también se documentan otros patrones, como la neumonía eosinofílica (AEP), la neumonía lipóide (LP, por sus siglas en inglés), la neumonía intersticial de células gigantes (GIP), la neumonitis por hipersensibilidad (HP) y la hemorragia alveolar difusa (DAH).^{11,36,37}

Neumonía organizada

La OP se desarrolla de forma subaguda,³⁷ y es una respuesta usual a lesiones pulmonares en la cual hay proliferación de fibroblastos y depósitos de colágeno.³⁸ En TC, los hallazgos más típicos son opacidades bilaterales en vidrio esmerilado o consolidaciones con distribución periférica,^{39,40} peribroncovascular o perilobulillar. También se puede encontrar el signo del “pavimento loco” (*crazy-paving*), que corresponde a un engrosamiento del septo interlobulillar que puede asociarse a la presencia de líneas intralobulillares. Por último, es común observar preservación subpleural central y periférica, preservación lobulillar, y menos frecuentemente áreas de preservación únicamente en el intersticio peribroncovascular.⁴¹ En OP con etiologías diferentes a EVALI frecuentemente se observa el signo del “halo reverso”, que consiste en opacidades en vidrio esmerilado centrales rodeadas por una consolidación periférica; sin embargo, dicho hallazgo es raro en esta entidad.⁴¹

Daño alveolar difuso

La lesión pulmonar aguda es una manifestación característica asociada al uso de cigarrillos electrónicos, y se presenta como un daño alveolar difuso. Durante la etapa inicial de esta lesión, la tomografía computarizada (TC) puede revelar una consolidación heterogénea, opacidades con patrón de vidrio esmerilado o un patrón en empedrado, todos con una distribución que depende de la gravedad. Además, a medida que la lesión progresa, pueden aparecer otros signos como reticulaciones y bronquiectasias.³⁸

Neumonía eosinofílica

La AEP es otra forma de lesión pulmonar aguda asociada al vapeo. Histopatológicamente se manifiesta como un daño alveolar difuso con infiltrados eosinofílicos en los espacios alveolares, por lo que, al igual que en otras formas de lesión pulmonar aguda, en TC también se pueden observar opacidades en patrón de vidrio esmerilado bilaterales y consolidaciones.^{20,38}

Neumonitis por hipersensibilidad

La neumonitis por hipersensibilidad asociada al uso de cigarrillos electrónicos puede ser aguda o crónica, generando síntomas que aparecen en semanas o meses. En el caso de la presentación aguda de la enfermedad, se encuentra que los hallazgos más predominantes en TC son: opacidad en vidrio esmerilado simétrica en el

lóbulo superior del pulmón, también con predominio en lóbulo medio, nódulos centrolobulillares mal definidos y, en menor medida, signos de atrapamiento de aire.³⁸

Hemorragia alveolar difusa

Se documenta un caso de hemorragia alveolar difusa (HAD) vinculada al consumo de cigarrillos electrónicos.²⁰ En situaciones donde la HAD no está relacionada con el uso de estos dispositivos, los resultados radiográficos comunes abarcan opacidades, ya sean unilaterales o bilaterales. En la tomografía computarizada (TC), se pueden observar, de manera individual o combinada, nódulos centrolobulillares, opacidades con patrón de vidrio esmerilado o consolidaciones. Sin embargo, es importante destacar que los hallazgos por imágenes no son concluyentes para diferenciar la HAD causada por el vapeo de la HAD originada por cualquier otra causa.³⁸

Neumonía lipóide

Es una respuesta inflamatoria a lípidos inhalados o aspirados que se desarrolla de forma subaguda o crónica. En el caso de EVALI, se ha planteado la posible participación de componentes lipídicos presentes en algunos productos de vapeo, como el acetato de vitamina. En TC se manifiesta con opacidades en vidrio esmerilado, consolidaciones, signo del pavimento loco o una combinación de estos tres patrones. Existe controversia sobre si es una forma de EVALI, pues el mecanismo subyacente y el curso clínico son diferentes a otras formas características de EVALI. Además, en EVALI no es frecuente encontrar zonas de atenuación grasa en TC, un hallazgo muy propio de la LP.^{36,38}

Neumonía intersticial de células gigantes

Es causada por la exposición a metales pesados como el tungsteno y el cobalto. En la literatura disponible, se reporta un solo caso de GIP asociada a EVALI, el cual se atribuye a la presencia de trazas de cobalto en el dispositivo de vapeo del paciente. En TC, esta entidad se manifiesta con opacidades en vidrio esmerilado, distorsión de la arquitectura del parénquima pulmonar y opacidades lineales con distribución bronquiolar.³⁸

Hallazgos de EVALI en radiografía de tórax

En población pediátrica y adulta la radiografía de tórax por lo general muestra opacidades en vidrio esmerilado bilaterales multifocales o un patrón de consolidación simétrica con predominio en el lóbulo inferior. Con menos frecuencia se encuentra preservación de la región subpleural y pericárdica, neumomediastino y neumotórax.^{42,43} (Figura 1).

Hallazgos de EVALI en ecografía pulmonar

Solo se reporta un caso de EVALI diagnosticado por ultrasonido. Se trata de un paciente masculino de 26 años con historia de consumo de cigarrillos electrónicos desde hace un año. Inicialmente es abordado como un cuadro de neumonía bacteriana; sin embargo, el cuadro clínico progresa y, para descartar diagnósticos diferenciales (p. e. tromboembolismo pulmonar, neumotórax, insuficiencia cardíaca, EVALI), se realiza POCUS (*point-of-care ultrasound*) pulmonar en el servicio de urgencias. En todos los campos pulmonares se encuentran líneas de reverberación hiperecoica que se extienden desde la línea pleural hasta el parénquima pulmonar e indican presencia de líquido intersticial, también conocidas como “líneas B”. No se encuentran hallazgos sugestivos de neumonía (p. e. consolidaciones, broncogramas aéreos o hepatización de los pulmones), las líneas B y la FEVI normal obtenida por ecocardiograma transtorácico, interpretadas junto con la historia clínica y el curso de la enfermedad, orientan hacia un edema pulmonar no cardiogénico difuso y contribuyen al diagnóstico de EVALI⁴⁴ (Figura 2). No obstante, las líneas B son un hallazgo inespecífico y una FEVI normal no excluye por sí sola el edema pulmonar cardiogénico, por lo que estos hallazgos requieren una interpretación clínica integral.

DISCUSIÓN

El desarrollo de los cigarrillos electrónicos surge como una alternativa para disminuir la adicción al tabaco y la nicotina que tiene una fuerte creciente desde el siglo XX hasta la actualidad,⁵ sin embargo, debido a la amplia accesibilidad, variedad y tolerancia del consumo en el ámbito social, el incremento de los usuarios proviene prevalentemente de las poblaciones escolar, joven y adolescente.² Dado que los cigarrillos electrónicos en sus componentes, además de tener sustancias psicoactivas y solventes, cuentan también con saborizantes y aromáticos fabricados artificialmente,² esto permite que el consumidor pueda usarlo en ámbitos sociales porque carece del aroma característico del cigarrillo convencional expedido por la nicotina, el cual no es tolerado en sociedad por personas que no sean consumidoras de cigarrillo; además, los distintos saborizantes facilitan el desarrollo de adicción a este producto, ya que no son tan irritantes para la vía aérea superior en comparación con los cigarrillos convencionales.⁶ Por tanto, su amplia disponibilidad y la gran variedad de presentaciones y tipos de cigarrillos electrónicos causan el incremento del consumo en la población joven,¹⁰ lo cual es una situación alarmante debido a que el tiempo de exposición a la nicotina se hace cada vez a más temprana edad y se observa una perturbación en la fisiología respiratoria y sistémica, presentando riesgos para la salud a corto, mediano y largo plazo.¹⁷ Sin embargo, aún son limitados los estudios al respecto y los pocos resultados disponibles son variados. Por ejemplo, Li *et al*⁴⁵ evidencian cómo el uso de cigarrillos electrónicos, sea regular u ocasionalmente, puede ser un factor desencadenante de asma en adolescentes; además, se sabe que a nivel cardiovascular los cigarrillos electrónicos y dispositivos

derivados, como los JUUL y los productos de tabaco calentado, generan rigidez vascular arterial secundaria a la disfunción endotelial producida por el ambiente proinflamatorio que generan las sustancias usadas en dichos dispositivos, las cuales no tienen que incluir nicotina para lograr tal efecto.⁴⁶ Por otro lado, en relación con la función pulmonar, Nyilas *et al* encuentran mediante resonancia magnética funcional y pruebas de función pulmonar (como espirometría, lavado de respiración múltiple con nitrógeno y capacidad de difusión de monóxido de carbono) que la perfusión disminuye frente a la exposición al cigarrillo convencional, mientras que aumenta localmente con el uso de ENDS (sistema electrónico de administración de nicotina). Estos resultados difieren de otros estudios en los que sí se reporta disminución de la perfusión pulmonar tras la exposición a ENDS.⁴⁷ Para el diagnóstico de EVALI, la herramienta diagnóstica más ampliamente reportada en la literatura es la tomografía computarizada de tórax. Los principales hallazgos son opacidades en vidrio esmerilado y nódulos centrilobulillares,^{39,40} los cuales son consistentes con patrones de neumonía organizada y daño alveolar difuso.⁴¹ Sin embargo, estos no son patognomónicos de EVALI y se reportan de forma similar en otros escenarios de lesión pulmonar aguda por agentes inhalados, lo que abarca desde lesiones por consumo de cigarrillo convencional y cannabinoides hasta las que son por sustancias psicoactivas, como heroína y cocaína.⁴⁸ Debido a la superposición de los hallazgos en imágenes en diferentes entidades, es importante que los médicos en urgencias o radiólogos conozcan las características clínicas y radiológicas que más corresponden a EVALI y, ante la sospecha de una lesión por agente inhalado (lo que incluye EVALI), siempre consideren la historia clínica del paciente y, en particular, la historia de consumo de sustancias.

Otras técnicas de imagen, como la radiografía de tórax y el ultrasonido pulmonar, son menos útiles en el diagnóstico de EVALI, y existe literatura limitada al respecto. En general, en radiografías de tórax los principales hallazgos pueden ser opacidades bilaterales difusas en vidrio esmerilado, áreas de consolidación, nódulos centrilobulillares, engrosamiento septal, derrames pleurales y signos puntuales como el de “pavimento loco” (*crazy-paving*) o el signo del “halo inverso” (*reverse halo*).⁵ Por otro lado, el POCUS es una herramienta que se usa ampliamente en servicios de urgencias y cuidado crítico, ya que permite realizar una evaluación integral al pie de la cama de los pacientes críticamente enfermos.⁴⁹ No hay información suficiente sobre la utilidad del POCUS pulmonar en el diagnóstico de EVALI en situaciones de emergencia; en el único caso reportado en la literatura, el hallazgo más significativo es la presencia de líneas B, que indican un aumento en la densidad del área visualizada y, dependiendo de su cantidad, denotan la presencia de un síndrome intersticial leve o severo,⁴⁹ lo que sugiere edema pulmonar y permite descartar una etiología cardiogénica, pero no confirma la presencia de la enfermedad y necesariamente tiene que correlacionarse con el historial de consumo de cigarrillos electrónicos, la progresión del cuadro

clínico del paciente, estudios complementarios y la respuesta a tratamientos orientados al manejo de diagnósticos diferenciales, como procesos infecciosos u obstructivos.⁴⁴ En este sentido, tanto la radiografía de tórax como el ultrasonido pulmonar pueden complementarse con TC cuando persiste incertidumbre diagnóstica o se requiere caracterizar mejor el compromiso pulmonar ante la sospecha de EVALI, por lo que pueden ser herramientas útiles para escenarios en los que la TC de tórax no esté disponible en el primer abordaje de pacientes con signos y síntomas clínicos de lesión pulmonar aguda que, adicionalmente, tengan una historia clara de consumo de cigarrillo electrónico de larga o corta data.

CONCLUSIONES

A pesar de que el desarrollo de los cigarrillos electrónicos se justifica como una alternativa para los consumidores de tabaco que busca disminuir la adicción a la nicotina y poder realizar la transición al cese del consumo del tabaco, ahora estos dispositivos se convierten en una nueva forma de consumo de nicotina que favorece la adicción en poblaciones jóvenes (11 o 12 años). Además, la exposición a las sustancias tóxicas de los cigarrillos electrónicos desde temprana edad se relaciona con un incremento en la prevalencia de las enfermedades crónicas y patologías respiratorias y sistémicas que son cada vez más frecuentes y representan un reto para la salud pública debido al desconocimiento de la población general, en especial los jóvenes, acerca de los efectos nocivos de la nicotina y productos asociados en la salud, y de los profesionales de salud sobre las entidades patológicas que pueden desencadenarse a partir del uso recurrente de estos dispositivos. EVALI es reportada desde 2019 en varios países del mundo, pero el conocimiento acerca de su abordaje es escaso en la literatura y mucho más limitado en la práctica. Su diagnóstico es prácticamente de descarte, requiere del entendimiento del médico tratante del cuadro clínico y de su capacidad de abordar integralmente el caso de cada paciente considerando la anamnesis, los hallazgos en tomografía de tórax y la exclusión de otras etiologías. Aun así, la literatura respecto a las formas de diagnóstico de la enfermedad se queda corta, por lo que resulta necesario que en futuras investigaciones se considere la utilidad de otras técnicas de imagen o parámetros bioquímicos como alternativas o complementos en escenarios en los que la TC de tórax no esté inmediatamente disponible o no sea suficiente para el diagnóstico.

RECOMENDACIONES

La regulación del consumo de cigarrillos electrónicos debe ser más exhaustiva dado que, al presentar múltiples sustancias químicas que han sido asociadas con componentes cancerígenos, no cuentan con las debidas limitaciones que requieren.⁵⁰ Además, teniendo en cuenta que este consumo se propicia y cada vez va en aumento entre la población escolar, se recomienda incrementar actividades académicas en las que se pueda capacitar al escolar

sobre el efecto nocivo que producen estos dispositivos electrónicos en el organismo. Asimismo, es importante reconocer que las cifras estadísticas del consumo de cigarrillo electrónico en jóvenes y adolescentes en Colombia no se han descrito hasta la actualidad, por lo que una investigación sobre la epidemiología del consumo de los cigarrillos electrónicos en jóvenes y adolescentes permitirá comprobar que estos dispositivos requieren una regulación de consumo en la sociedad.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IAG)

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG), Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLM) ni tecnologías asistidas por Inteligencia Artificial (IA) en ninguna de las etapas de conceptualización, redacción, procesamiento de datos o creación de imágenes de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Besaratinia A, Tommasi S. Vaping epidemic: challenges and opportunities. *Cancer Causes Control*. 2020; 31(7): 663-667. DOI: 10.1007/s10552-020-01307-y
2. Becker TD, Rice TR. Youth vaping: a review and update on global epidemiology, physical and behavioral health risks, and clinical considerations. *Eur J Pediatr*. 2022; 181:453-462. DOI: 10.1007/s00431-021-04220-x
3. World Health Organization (WHO). WHO report on the global tobacco epidemic 2021: addressing new and emerging products [Internet]. Health promotion: WHO. 2021 [Consultado 30 Abr 2024]. Disponible en: https://www.who.int/tobacco/global_report/en/
4. Jonas AM, Raj R. Vaping-Related Acute Parenchymal Lung Injury: A Systematic Review. *Chest*. 2020; 158(4):1555-1565. DOI: 10.1016/j.chest.2020.03.085
5. Overbeek DL, Kass AP, Chiel LE, Boyer EW, Casey AMH. A review of toxic effects of electronic cigarettes/vaping in adolescents and young adults. *Crit Rev Toxicol*. 2020; 50(6):531-538. DOI: 10.1080/10408444.2020.1794443
6. Walley SC, Wilson KM, Winickoff JP, Groner J. A Public Health Crisis: Electronic Cigarettes, Vape, and JUUL. *Pediatrics*. 2019; 143(6):e20182741. DOI: 10.1542/peds.2018-2741
7. Use of E-cigarettes and vaping. *Oncol Nurs Forum*. 2019; 46(6):645-6. DOI: 10.1188/19.ONF.645-646
8. Kinnunen JM, Rimpelä AH, Lindfors PL, Clancy L, Alves J, Hoffmann L, *et al*. Electronic cigarette use among 14- to 17-year-olds in Europe. *Eur J Public Health*. 2021; 31(2):402-8. DOI: 10.1093/eurpub/ckaa145
9. Cruz TB, McConnell R, Low BW, Unger JB, Pentz MA, Urman R, *et al*. Tobacco marketing and subsequent use of cigarettes, E-cigarettes, and hookah in adolescents. *Nicotine Tob Res*. 2019; 21(7):926-32. DOI: 10.1093/ntr/nty107
10. Cullen KA, Gentzke AS, Sawdey MD, Chang JT, Anic GM, Wang TW, *et al*. e-Cigarette Use Among Youth in the United States, 2019. *JAMA*. 2019; 322(21):2095-2103. DOI 10.1001/jama.2019.18387
11. 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*. 2023; 148(8):703-28. DOI: 10.1161/cir.0000000000001160
12. Kim J, Lee S, Chun J. An international systematic review of prevalence, risk, and protective factors associated with young people's E-cigarette use. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(18):11570. DOI: 10.3390/ijerph191811570
13. Ministerio de Educación Nacional. Niveles de la educación básica y media [Internet]. Mineduccion.gov: Ministerio de Educación Nacional. 2024 [Consultado 28 may 2024]. Disponible en: <https://www.mineduccion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-de-educacion-basica-y-media/233834:Niveles-de-la-educacion-basica-y-media>
14. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito [UNODC]; Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas [DEVIDA]. III Estudio epidemiológico andino sobre consumo de drogas en la población universitaria de Colombia, 2016; 125. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/colombia/2017/Octubre/Informe_Universitarios_Colombia.pdf
15. Malagón-Rojas J, Toloza Y, Idrovo AJ, Niederbacher-Velazquez J. Initial insights on vaping-associated illnesses in Colombia: evidence for action. *J Bras Pneumol*. 2023; 49(5):e20230130. DOI: 10.36416/1806-3756/e20230130
16. Gómez-Bonilla MA, Lopez-Díaz I, Lozano-Marulanda S, Asencio-Santofimio HA. El vapeo como hábito de los adolescentes y jóvenes en Colombia: Una revisión de la literatura. *Salutem Scientia Spiritus*. 2023; 9(4):66-70.
17. Bhavé, SY, Chadi N. E-cigarettes and Vaping: A Global Risk for Adolescents. *Indian Pediatr*. 2021; 58(4):315-319.
18. O'Callaghan M, Boyle N, Fabre A, Keane MP, McCarthy C. Vaping-associated lung injury: A review. *Medicina (Kaunas)* . 2022;58(3):412. DOI: 10.3390/medicina58030412
19. Besaratinia A, Tommasi S. Electronic cigarettes: the road ahead. *Prev Med*. 2014; 66:65-7. DOI: 10.1016/j.ypmed.2014.06.014
20. Casey AM, Muise ED, Crotty Alexander LE. Vaping and e-cigarette use. Mysterious lung manifestations and an epidemic. *Curr Opin Immunol*. 2020; 66:143-50. DOI: 10.1016/j.coi.2020.10.003
21. Baldassarri SR. Electronic cigarettes: Past, present, and future: What clinicians need to know. *Clin Chest Med*. 2020;41(4):797-807. DOI: 10.1016/j.ccm.2020.08.018
22. Park JA, Crotty LE, Christiani DC. Vaping and Lung Inflammation and Injury. *Annu Rev Physiol*. 2022; 84:611-629. DOI: 10.1146/annurev-physiol-061121-040014
23. Gotts JE, Jordt SE, McConnell R, Tarran R. What are the respiratory effects of e-cigarettes?. *Fam Med Community Health*. 2019; 367: 15980. DOI: 10.1136/bmj.l5275

24. Cheng P, Li S, Chen H. Macrophages in Lung Injury, Repair, and Fibrosis. *Cells*. 2021; 10(2):436. DOI: 10.3390/cells10020436
25. 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*. 2021; 57(1):1901815. DOI: 10.1183/13993003.01815-2019
26. Smith ML, Gotway MB, Crotty LE, Hariri LP. Vaping-related lung injury. *Virchows Arch*. 2021; 478(1):81-88. DOI: 10.1007/s00428-020-02943-0
27. Heinzerling A, Armatas C, Karmarkar E, Attfield K, Guo W, Wang Y, *et al*. Severe lung injury associated with use of e-cigarette, or vaping, products—California, 2019. *JAMA Intern Med*. 2020; 180(6):861. DOI: 10.1001/jamainternmed.2020.0664
28. 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*. 2019; 7(12):1017-26. DOI: 10.1016/s2213-2600(19)30415-1
29. Shehata M, Kocher T. Vaping-associated diffuse alveolar hemorrhage - A case report. *Respir Med Case Rep*. 2020; 30(101038):101038. DOI: 10.1016/j.rmcr.2020.101038
30. Sund LJ, Dargan PI, Archer JRH, Wood DM. E-cigarette or vaping-associated lung injury (EVALI): a review of international case reports from outside the United States of America. *Clin Toxicol (Phila)*. 2023;61(2):91-7. DOI: /10.1080/15563650.2022.2160342
31. Thanavala Y, Goniewicz ML. Vaping-induced severe respiratory disease outbreak: what went wrong? *Lancet Respir Med*. 2019; 7:1014-5.
32. Werner AK, Koumans EH, Chatham-Stephens K, Salvatore PP, Armatas C, Byers P, *et al*. Hospitalizations and deaths associated with EVALI. *N Engl J Med*. 2020; 382(17):1589-98. DOI: 10.1056/NEJMoa1915314
33. Akkanti BH, Hussain R, Patel MK, Patel JA, Dinh K, Zhao B, *et al*. Deadly combination of Vaping-Induced lung injury and Influenza: case report. *Diagn Pathol*. 2020; 15(1). DOI: 10.1186/s13000-020-00998-w
34. 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*. 2021; 382(10): 903-916. DOI: 10.1056/NEJMoa1911614
35. Kligerman SJ, Kay FU, Raptis CA, Henry TS, Sechrist JW, *et al*. CT Findings and Patterns of e-Cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury: A Multicenter Cohort of 160 Cases. *Chest*. 2021; 160(4):1492-1511. DOI: 10.1016/j.chest.2021.04.054
36. Garg I, Vidholia A, Garg A, Singh S, Agahi A, Laroia A, *et al*. E-cigarette or vaping product use-associated lung injury: A review of clinico-radio-pathological characteristics. *Respir Investig*. 2022; 60(6):738-749. DOI: 10.1016/j.resinv.2022.06.011
37. Henry TS, Kanne JP, Kligerman SJ. Imaging of Vaping-Associated Lung Disease. *N Engl J Med*. 2019; 381(15):1486-1487. DOI: 10.1056/NEJMc1911995
38. Henry TS, Kligerman SJ, Raptis CA, Mann H, Sechrist JW, Kanne JP. Imaging Findings of Vaping-Associated Lung Injury. *AJR Am J Roentgenol*. 2020; 214(3): 498-505. DOI: 10.2214/AJR.19.22251
39. Mandal G, Lale A, Greco R. E-vape and E-cigarettes-associated lung injury (EVALI) in the COVID-19 pandemic: A diagnostic dilemma and therapeutic challenge. *Cureus*. 2022;14(6):e26200. DOI: 10.7759/cureus.26200
40. Smith E, Cherian R, McGillen B. A case of E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury (EVALI) in a previously healthy patient: Case report and literature review. *J Gen Intern Med*. 2020;35(9):2767-70. DOI: 10.1007/s11606-020-05909-9
41. Kligerman S, Raptis C, Larsen B, Henry TS, Caporale A, Tazelaar H, *et al*. Radiologic, Pathologic, Clinical, and Physiologic Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use-associated Lung Injury (EVALI): Evolving Knowledge and Remaining Questions. *Radiology*. 2020; 294(3):491-505. DOI: 10.1148/radiol.2020192585
42. Artunduaga M, Rao D, Friedman J, Kwon JK, Pfeifer CM, Dettori A, *et al*. Pediatric Chest Radiographic and CT Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use-associated Lung Injury (EVALI). *Radiology*. 2020; 295(2):430-438. DOI: 10.1148/radiol.2020192778
43. Foust AM, Winant AJ, Chu WC, Das KM, Phillips GS, Lee EY. Pediatric SARS, H1N1, MERS, EVALI, and Now Coronavirus Disease (COVID-19) Pneumonia: What Radiologists Need to Know. *AJR Am J Roentgenol*. 2020; 215(3):736-744. DOI: 10.2214/AJR.20.23267
44. Sacci P, Au A, Hutchinson M. E-cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI) characterized by pulmonary ultrasound. *Ann Emerg Med*. 2020; 1(5): 1101-1103. DOI: 10.1002/emp2.12181
45. Li X, Zhang Y, Zhang R, Chen F, Shao L, Zhang L. Association between E-cigarettes and asthma in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Am J Prev Med*. 2022; 62(6):953-60. DOI: 10.1016/j.amepre.2022.01.015
46. Belkin S, Benthien J, Axt PN, Mohr T, Mortensen K, Weckmann M, *et al*. Impact of Heated Tobacco Products, E-Cigarettes, and Cigarettes on Inflammation and Endothelial Dysfunction. *Int J Mol Sci*. 2023; 24(11):9432. DOI: 10.3390/ijms24119432
47. Nyilas S, Bauman G, Korten I, Pusterla O, Singer F, Ith M, *et al*. MRI Shows Lung Perfusion Changes after Vaping and Smoking. *Radiology*. 2021; 304(1):195-204. DOI: 10.1148/radiol.211327
48. Cheng KA, Nichols H, McAdams HP, Henry TS, Washington L. Imaging of Smoking and Vaping Related Diffuse Lung Injury. *Radiol Clin North Am*. 2022; 60(6):941-950. DOI: 10.1016/j.rcl.2022.06.004
49. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019; 199(6):701-714. DOI: 10.1164/rccm.201802-0236CI
50. Marrocco A, Singh D, Christiani DC, Demokritou P. E-cigarette vaping associated acute lung injury (EVALI): state of science and future research needs. *Crit Rev Toxicol*. 2022; 52(3):188-220. DOI: 10.1080/10408444.2022.2082918