

Introducción.

El consumo de cigarrillos electrónicos o “vapes” (como se conocen comúnmente) ha ido incrementando exponencialmente en la última década a partir de la venta en el mercado mexicano en el año 2010 (ENSANUT, 2022). Estos cigarrillos electrónicos se comercializaron con la idea de causar un menor daño en la salud de las personas adictas al cigarrillo convencional, ya que se estima que entre el 15% y 17.6% de la población mexicana son fumadores comunes (ENSANUT, 2022). Sin embargo, se ha demostrado que el cigarrillo electrónico también puede causar daños severos en la salud de los consumidores, principalmente en los pulmones, provocando el desarrollo de patologías como la Enfermedad Pulmonar Asociada al Uso de Productos de Vapeo (EVALI por sus siglas en inglés), Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer pulmonar. Todas estas patologías anteriores se traducen en un incremento de resistencia en las vías aéreas, por lo cual, los pacientes presentan una gran dificultad para poder respirar (Tsai, 2023). Es importante señalar que estudios recientes han identificado que fumar cigarrillos electrónicos no solo afecta al sistema pulmonar, sino que también causa daños a otros sistemas como el vascular, óseo, inmunológico, renal, entre otros. En este artículo se mencionan algunos de los daños en la salud humana, principalmente en los sistemas vascular y óseo, tras el consumo continuo de cigarrillos electrónicos.

Afectaciones vasculares

Mathenson y colaboradores (2024) del Laboratorio de Fisiología Vascular e Integrativa (VIP por sus siglas en inglés) de la Universidad de Carolina del Sur en Estados Unidos de América, llevaron a

Complicaciones extrapulmonares asociadas al consumo de cigarrillo electrónico

Extrapulmonary complications associated with electronic cigarette consumption

Tomás Alfredo Añez Valbuena y José Gustavo Santoyo Orozco

Escuela de Medicina, Universidad Anáhuac Mayab. Mérida, Yucatán, México.

Contacto: jose.santoyo@anahuac.mx

Resumen. El uso de cigarrillos electrónicos ha tenido un crecimiento significativo en la última década, siendo promovidos como una alternativa más segura al cigarrillo convencional. No obstante, recientes investigaciones han logrado demostrar el daño que pueden llegar a causar, tanto en el sistema respiratorio, como en el vascular y el óseo. Entre estos efectos, se encontró mayor dilatación de los vasos sanguíneos de los consumidores, con una menor recuperación del flujo de la sangre, mayor riesgo de hipertensión y otras afecciones de la sangre, lo cual se traduce en mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En cuanto al sistema óseo, se han encontrado retrasos en el cierre de las fracturas en pacientes pediátricos, además de haber encontrado que tanto la nicotina, como los componentes en el líquido de los cigarrillos electrónicos, disminuyen la cantidad de células óseas sanas y contribuyen a la desmineralización del hueso. En la última década se logró demostrar que el consumo de cigarrillo electrónico lleva a otros tipos de daños a la salud, además de los ya mencionados, como por ejemplo inmunosupresión a largo plazo, mayor riesgo de infecciones respiratorias, aumento el riesgo de cánceres pulmonares, entre otros más.

Palabras clave: Cigarrillos electrónicos, microvasculatura, osteoblastos.

Abstract. The use of electronic cigarettes has had significant growth in the last decade, being promoted as a safer alternative to tobacco. However, recent research has demonstrated the damage they can cause, both in the respiratory system, as well as in the vascular and bone systems. Among these effects, greater dilation of the blood vessels of consumers was found, with less recovery of blood flow and a greater risk of hypertension and other blood conditions, which translates into greater cardiovascular risk. Regarding the bone system, delays have been found in the closure of fractures in pediatric patients, in addition to having found that both nicotine and the components in the liquid of electronic cigarettes, decrease the number of healthy bone cells and contribute to bone demineralization. Many harmful effects produced by this type of products have been found, which will have to be investigated in depth to determine the extent of the damage.

Keywords: Electronic cigarettes, microvasculature, osteoblasts.

cabo una serie de pruebas en 42 jóvenes voluntarios adultos de sexo masculino y femenino, en un rango de edad de entre los 21 y los 31 años. La mitad de ellos eran consumidores de cigarrillo electrónico habitual y la otra mitad no utilizaba dicho producto. Ningún voluntario de ambos grupos padecía alguna comorbilidad ni tampoco presentaban antecedentes personales patológicos, antecedentes personales no patológicos o antecedentes heredofamiliares de importancia. Se evaluaron las características antropométricas (estatura y peso) de cada uno de los voluntarios y su índice de masa corporal. Las pruebas siguientes se realizaron mediante el uso de láseres con cámaras especializadas para detectar el proceso de dilatación de los principales vasos sanguíneos en el antebrazo de los participantes.

Es importante señalar que se determinó un cero biológico (o punto de partida de la medición biológica), con el objetivo de descartar actividad que no estuviera relacionado con el experimento. Posterior a la minuciosa preparación de los voluntarios, se realizaron 5 diferentes pruebas de reactividad en el antebrazo derecho con el generador de imágenes de contraste láser:

Hiperemia Térmica Local: determina la dilatación máxima en la microvasculatura de los voluntarios (se analiza el punto máximo de dilatación de los vasos sanguíneos).

Hiperemia reactiva post-oclusiva: evalúa la respuesta de tensión de corte microvascular mediada principalmente por nervios sensoriales y factores de hiperpolarización derivados del endotelio (mide capacidad de los vasos sanguíneos de volver a dilatarse después de que se obstruyeron previamente).

Iontoforesis de acetilcolina: En esta prueba se evaluó la vasodilatación microvascular dependiente del endotelio a través del óxido nítrico (se inserta una biomolécula que provocará la dilatación de los vasos sanguíneos).

Iontoforesis de nitroprusiato de sodio: Se evaluó la respuesta endotelial microvascular independiente mediante la administración de óxido nítrico a las células del músculo liso (se administra nitroprusiato de sodio a la persona y se

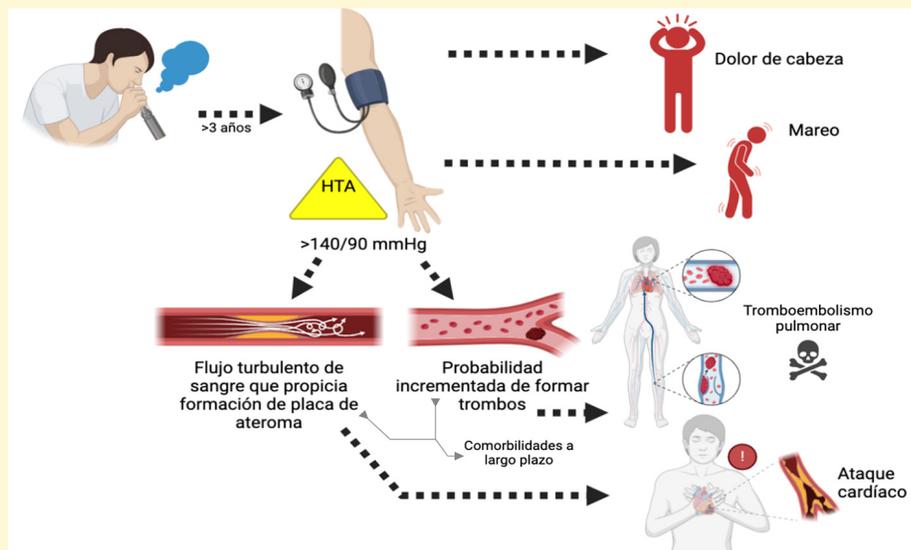


Figura 1. Efectos dañinos en la salud humana por el uso de VAPE en jóvenes adultos. (Realizada con Biorender)

observa la dilatación que provoca este fármaco)

Sitio de control: un sitio no reactivo fue monitoreado para todos los participantes. Se utilizó un área parcial de la piel entre las tres cámaras para evaluar la vasodilatación y/o el movimiento no específicos durante 30 minutos.

Los resultados de esta investigación indicaron que los efectos observados en la salud de los pacientes no se vieron afectados por el sexo (si eran hombres o mujeres), tampoco influyeron las características antropométricas (si eran delgados o con sobrepeso, altos o bajos de estatura) o demográficas (lugar donde habitan) de los voluntarios. De igual forma, no se mostraron diferencias significativas en el flujo base de la microvasculatura o en el movimiento Browniano de ambos grupos de participantes (el flujo de los componentes sanguíneos fue el mismo). En la prueba de hiperemia térmica local se observó una mayor apertura de los vasos sanguíneos de la piel en el grupo de consumidores de cigarrillos electrónicos, lo que significa que el consumo de vape genera una mayor pérdida de calor, un aumento en el enrojecimiento de la piel y una mayor sensibilidad al tacto. En la segunda prueba (hiperemia reactiva post-oclusiva), se encontró que el grupo consumidor de cigarrillos electrónicos mostró menor respuesta. Esto quiere decir que el retorno sanguíneo a un órgano o extremidad después de que se

impide momentáneamente la circulación, tardará más en volver, lo que trae algunas consecuencias como la posible obstrucción de vasos sanguíneos, facilitando, por ejemplo, que se desate un evento cerebrovascular. En las pruebas de dilatación endotelial dependiente y dilatación endotelial independiente (dilatación de los vasos sanguíneos de forma natural o inducida por alguna sustancia), en los pacientes fumadores se encontró que tienen un mayor tiempo de dilatación por lo que tendrán repercusiones en su salud como hipertensión, aumento de riesgo de aterosclerosis, mayor riesgo de trombosis y otros problemas circulatorios (figura 1). Por último, en el sitio de control no se encontraron cambios importantes entre los dos grupos. Es fundamental señalar que el grupo, no fumador, no presentó alteraciones en ninguna de las pruebas antes descritas. (Mathenson et al., 2024).

Se muestra la principal consecuencia HTA (hipertensión arterial) la cual acontece después de 3 años de uso constante del cigarrillo electrónico, aunque en personas que tengan otras comorbilidades será más pronto. Debido a la HTA, el paciente puede sobrellevar síntomas como mareo, dolor de cabeza y dolor en el pecho. A largo plazo incrementa la probabilidad de desarrollar trombos (coágulos de sangre que llegan a obstruir el flujo de sangre normal) y placas de ateroma (lesiones focales en la parte más íntima de las arterias). Posterior a esto, la probabilidad de que una persona sufra

un ataque cardíaco (obstrucción del acceso de sangre al músculo cardíaco) o una tromboembolia pulmonar (obstrucción por un émbolo, que es fragmento de un trombo, pero que viaja por todo el sistema sanguíneo, a las arterias pulmonares) aumenta considerablemente y se agrava aún más si el paciente tiene malos hábitos alimenticios, vida sedentaria, consumo de sustancias tóxicas, antecedentes heredofamiliares importantes, entre otras (Mathenson et al., 2024). (Elaboración propia).

Afecciones óseas

Tal como se expuso anteriormente, las complicaciones asociadas al consumo de cigarrillos electrónicos, no son exclusivas del sistema respiratorio, sino también tienen un impacto en los vasos sanguíneos y en el sistema óseo. Nicholson y colaboradores (2021) llevaron a cabo una investigación publicada en *Journal of Inflammation* acerca del impacto que puede causar tanto el humo como los componentes líquidos de los cigarrillos electrónicos sobre la salud ósea. Se consideró que la nicotina no era el único componente encargado del daño en todo el cuerpo. De la misma manera, se propuso que los saborizantes que se utilizan en los cigarrillos electrónicos, como el propilenglicol y el glicerol, ingresan a la circulación sistémica y tienen un impacto negativo en los huesos, ya que es tejido altamente vascularizado. También se analizaron los “E-liquids” que son los líquidos que llevan los dispositivos, encargados de producir el sabor y el vapor. Cuando los E-liquids fueron aplicados de manera directa sobre osteoblastos (células formadoras de hueso) redujeron la cantidad de células sanas (viabilidad celular), independientemente de la dosis de nicotina. Juntos, estos resultados indican que tanto la nicotina como los contenidos de los cigarrillos electrónicos tienen efectos perjudiciales en la salud de los huesos. Es de resaltar que en dicho estudio también se incluyó evidencia que indica que el uso de los cigarrillos electrónicos genera en los pacientes un aumento en el consumo, en un intento de dejar el cigarrillo de tabaco, lo que genera suficiente producto para tener la misma cantidad de nicotina a los cuales estaban acostumbrados cuando consumían tabaco. En dado caso, el daño

producido por la alternativa “más sana y segura” es similar a la de los cigarrillos convencionales (Nicholson et al., 2021).

En el año 2022, se publicó una revisión sistemática de los efectos ortopédicos de los cigarrillos electrónicos, donde se analizaron 3 casos de pacientes en edad pediátrica (niños y adolescentes), con diversas fracturas, los cuales presentaron retrasos en la curación (consolidación), desde 15 hasta 18 semanas (Armstrong L, et al., 2022).

Se analizaron 330 casos de fracturas, donde estos 3 resaltaron como un grupo de casos de consolidación difícil, teniendo en común que los 3 pacientes eran consumidores de cigarrillos electrónicos, los cuales sirvieron como generadores de hipótesis, asociando su consumo con el retraso de la consolidación de las fracturas.

Otro estudio reciente llevado a cabo por Nicholson en el año 2022 se enfocó en los efectos del vapor condensado de los cigarrillos electrónicos (ECVC, por sus siglas en inglés) y la forma en la que perjudican y reducen la viabilidad de los osteoblastos (células que forman hueso), mediante una vía dependiente de nicotina. Los autores encontraron que los humectantes presentes en los “e-liquids” (principalmente propilenglicol y glicerina vegetal) al ser sometidos a descomposición térmica, forman especies reactivas de carbonilo (compuestos químicos que dañan el ADN y proteínas de la célula),

originando efectos perjudiciales. El desarrollo de nuevas tecnologías, ha permitido crear nuevas generaciones de cigarrillos electrónicos, los cuales son capaces de producir vapor con mayor temperatura, debido a su batería de mayor tamaño, permitiendo una mejor entrega de la nicotina. No obstante, al descomponer los humectantes presentes en los “e-liquids” con mayor temperatura, se produce una mayor cantidad de especies reactivas de carbonilo, llevando a efectos dañinos a largo plazo.

Adicionalmente, se comparó el efecto del ECVC y de un ECVC libre de nicotina (nfECVC, por sus siglas en inglés), recolectado de cigarrillos electrónicos de segunda y tercera generación. Se encontró que, en los dispositivos de tercera generación, la exposición a 1% de ECVC fue suficiente para reducir significativamente la viabilidad de los osteoblastos en comparación con los controles (células no expuestas al ECVC). Las concentraciones de 2.5% o superiores, disminuyeron aún más la viabilidad y la forma de las células. Luego se compararon los resultados entre los que contenían nicotina y los libres de ella, que encontraron que, en altas concentraciones, ambas soluciones causaron daños significativos en los osteoblastos. En este estudio, lograron demostrar que la exposición al ECVC reduce la viabilidad de los osteoblastos y su función de manera dosis dependiente. (Nicholson et al., 2022).

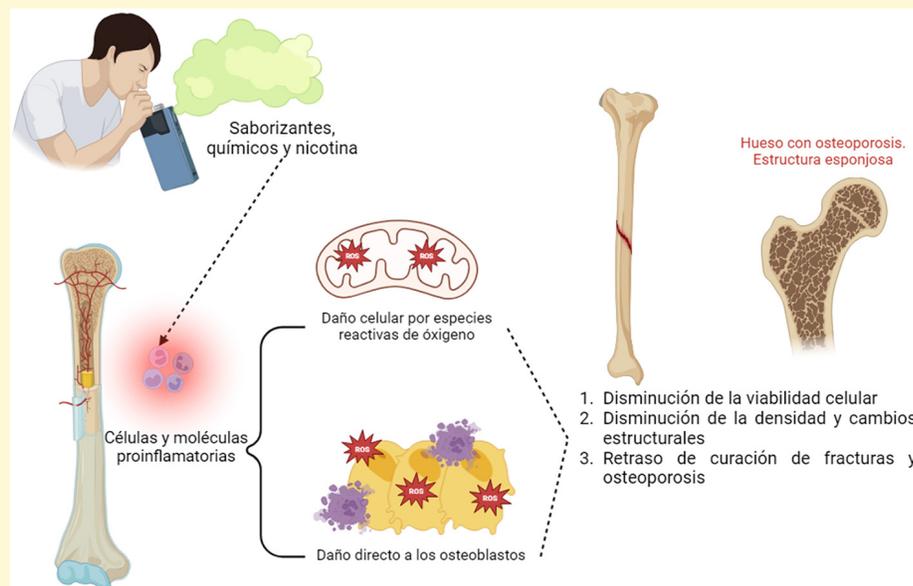


Figura 2. Efectos nocivos del uso del VAPE en la médula de huesos largos. (Realizada con Biorender)

Es importante señalar que los cigarrillos electrónicos utilizan distintos saborizantes químicos, los cuales también tienen efectos perjudiciales en la salud humana. Algunos químicos saborizantes pueden causar daños directos, como la disminución de viabilidad celular y el incremento de señales pro-inflamatorias, produciendo un estado pro-inflamatorio, lo cual implica una activación constante del sistema inmune, debilitando su capacidad de respuesta ante infecciones, además de causar daño a los tejidos sometidos a la inflamación crónica. Específicamente, el saborizante de canela mostró una mayor disminución de la viabilidad atribuida al estrés oxidativo (daño causado por la acumulación de moléculas inestables, radicales libres y especies reactivas de oxígeno, que el cuerpo no es capaz de eliminar, dañando los componentes celulares).

El daño se debe principalmente a las sustancias inhaladas al usar los cigarrillos electrónicos, tales como la nicotina, los saborizantes y las partículas de metal. Estas sustancias provocan inflamación y liberación de especies reactivas de oxígeno, dañando directamente a las células formadoras de hueso, los osteoblastos. Esto reduce la de cantidad células saludables y por consecuencia, una densidad disminuida de los huesos (osteopenia), y en casos graves, osteoporosis (huesos débiles y

frágiles), aumentando el riesgo de fracturas y retrasando el tiempo de curación (Nicholson T et al., 2022).

Conclusión:

Los cigarrillos electrónicos, que inicialmente fueron promovidos como alternativa segura al tabaco convencional para facilitar el abandono del hábito de fumar, han demostrado ser una fuente significativa de riesgos para la salud. Su consumo recreativo se ha incrementado de manera exponencial, sin conocer completamente los efectos nocivos a largo plazo. Estudios recientes han revelado que estos cigarrillos no solo son dañinos para los pulmones, sino que también tienen un impacto negativo en el sistema óseo y vascular.

El consumo indiscriminado de los cigarrillos electrónicos se ha asociado con problemas de hipertensión arterial y otros trastornos cardiovasculares, lo que compromete la salud del sistema vascular. Entre los efectos del sistema óseo, los productos presentes en el líquido de vapeo puede afectar la densidad y la resistencia ósea, incrementando el riesgo de fracturas y retrasando la cicatrización ósea.

A pesar de que algunos estudios no han llegado a conclusiones definitivas, se tiene evidencia que sugiere una clara correlación entre el uso de cigarrillos electrónicos y el deterioro de la salud.

Por lo tanto, se considera urgente continuar con la investigación para poder comprender sus efectos, tanto a corto como a largo plazo, así como establecer medidas de control y prevención para proteger la salud pública.

Referencias:

- Armstrong, M. L., Smith, N., Tracey, R., & Jackman, H. (2022). The Orthopedic Effects of Electronic Cigarettes: A Systematic Review and Pediatric Case Series. *Children (Basel, Switzerland)*, 9(1), 62. <https://doi.org/10.3390/children9010062>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (n.d.). ENCUESTAS. Retrieved August 4, 2024, from <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontina2022/>
- Matheson, C., Simovic, T., Heefner, A. et al. Evidence of premature vascular dysfunction in young adults who regularly use e-cigarettes and the impact of usage length. *Angiogenesis* 27, 229–243 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10456-023-09903-7>
- Nicholson, T., Scott, A., Newton Ede, M., & Jones, S. W. (2021). The impact of E-cigarette vaping and vapour constituents on bone health. *Journal of inflammation (London, England)*, 18(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s12950-021-00283-7>
- Nicholson, T., Davis, L., Davis, E. T., Newton Ede, M., Scott, A., & Jones, S. W. (2022). e-Cigarette Vapour Condensate Reduces Viability and Impairs Function of Human Osteoblasts, in Part, via a Nicotine Dependent Mechanism. *Toxics*, 10(9), 506. <https://doi.org/10.3390/toxics10090506>
- Tsai, M., Byun, M. K., Shin, J., & Crotty Alexander, L. E. (2020). Effects of e-cigarettes and vaping devices on cardiac and pulmonary physiology. *The Journal of physiology*, 598(22), 5039–5062. <https://doi.org/10.1113/JP279754>