

Quemaduras por explosión de cigarrillos electrónicos: revisión narrativa estructurada de la literatura en inglés y español (2020–2025)

Burns Caused by Electronic Cigarette Explosions: A Structured Narrative Review of English and Spanish Literature (2020–2025)

Autores:

- 1. Edgar Andrés Perea Celestín**, Residente de Cirugía General, Centro Médico Lic. Adolfo López Mateos.
- 2. Mariel Aparicio Quan**, Residente de Traumatología y Ortopedia, Centro Médico Lic. Adolfo López Mateos.
- 3. Mario Cesar García Feregrino**, Cirujano General, Hospital Ángeles Querétaro.

edgarpereac@gmail.com

tel: +52 446 138 1658

No existen conflictos de interés por ninguno de los autores y no se recibió ningún tipo de financiamiento.

Resumen

El objetivo de esta revisión narrativa estructurada fue analizar la evidencia reciente sobre quemaduras secundarias a explosiones de dispositivos electrónicos de administración de nicotina (ENDS), describiendo mecanismos, patrones de lesión, manejo, complicaciones e implicaciones en regulación y prevención.

Método: Revisión narrativa estructurada de la literatura en PubMed y Google Scholar, incluyendo estudios originales, series y reportes de casos, revisiones y análisis clínicos publicados entre enero de 2020 y noviembre de 2025, específicamente relacionados con quemaduras y traumatismos por explosión de cigarrillos electrónicos; tras cribado y lectura a texto completo se incluyeron 20 artículos en la síntesis final.

Resultados: Se observa un aumento sostenido de lesiones asociadas a explosiones de ENDS, predominantemente en varones jóvenes, con quemaduras de espesor parcial y profundo en muslos, región inguinal, manos y cara, y un número relevante de casos con compromiso oromaxilofacial y ocular que requieren tratamiento quirúrgico reconstructivo. Las explosiones se vinculan principalmente a fallas de baterías de ion-litio (fuga térmica, cortocircuitos), factores externos como calor, humedad o contacto con metales y uso de cargadores no compatibles. Se han propuesto clasificaciones basadas en localización anatómica y mecanismo lesional, así como algoritmos de manejo que priorizan la evaluación de la vía aérea, el desbridamiento temprano, el manejo de la contaminación alcalina y el abordaje multidisciplinario. Las complicaciones más frecuentes incluyen infección, secuelas funcionales y estéticas, pérdida dentaria y ósea, alteraciones neurosensoriales, toxicidad por metales y trastornos psicológicos.

Conclusiones: Las explosiones de cigarrillos electrónicos constituyen una entidad emergente con lesiones complejas y potencialmente graves que requieren reconocimiento precoz y manejo estructurado. Su reducción dependerá de un marco regulatorio más robusto, mayor responsabilidad de los fabricantes en seguridad y advertencias, y programas de educación dirigidos especialmente a usuarios jóvenes y a quienes modifican sus dispositivos o los adquieren fuera de circuitos regulados.

Palabras Clave: Explosión de cigarrillos electrónicos, explosión de vapeadores, quemaduras, sistemas electrónicos de suministro de nicotina.

Abstract

The objective of this structured narrative review was to analyze recent evidence on burns secondary to explosions of electronic nicotine delivery systems (ENDS), describing mechanisms, injury patterns, management, complications, and implications for regulation and prevention.

Methods: A structured narrative review of the literature was conducted in PubMed and Google Scholar, including original studies, case series and reports, reviews, and clinical analyses published between January 2020 and November 2025 that specifically addressed burns and trauma resulting from e-cigarette explosions. After screening titles and abstracts, removing duplicates, and performing full-text assessment according to predefined inclusion and exclusion criteria, 20 articles were included in the final synthesis.

Results: A sustained increase in ENDS explosion-related injuries was observed, predominantly in young males, with partial- and full-thickness burns mainly affecting the thighs, inguinal region, hands, and face, and a substantial number of cases with oromaxillofacial and ocular involvement requiring reconstructive surgery. Explosions were primarily linked to lithium-ion battery failures (thermal runaway, internal and external short circuits), external factors such as heat, humidity, or contact with metal objects, and the use of incompatible chargers. Classification systems based on anatomical location and injury mechanism have been proposed, as well as management algorithms that prioritize airway assessment, early debridement, management of alkaline contamination, and a multidisciplinary approach. The most frequent complications include infection, functional and aesthetic sequelae, tooth and bone loss, neurosensory disturbances, metal toxicity, and psychological disorders.

Conclusions: E-cigarette explosions constitute an emerging clinical entity with complex and potentially severe injury patterns that require early recognition and structured management. Their reduction will depend on a more robust regulatory framework, greater manufacturer responsibility regarding safety and warnings, and educational programs targeted particularly at young users and those who modify their devices or obtain them through unregulated channels.

Keywords: Electronic cigarette explosion, vaping device explosion, burns, electronic nicotine delivery systems.

Introducción

El consumo excesivo de tabaco y otras sustancias inhaladas ha acompañado a la humanidad desde tiempos remotos; sin embargo, ante los ampliamente documentados daños del cigarrillo convencional, surgieron y se popularizaron los dispositivos electrónicos de vaporización o sistemas electrónicos de administración de nicotina (ENDS), promovidos inicialmente como alternativas más seguras desde su introducción en Estados Unidos en 2007 ⁽¹⁾. Su comercialización, impulsada de manera agresiva y con mínima regulación, ha favorecido su rápida adopción, particularmente entre población joven, estimándose que más del 25% de los adolescentes han utilizado estos dispositivos con fines recreativos ⁽²⁾. Actualmente existen más de 460 proveedores y más de 7.700 sabores disponibles en el mercado, lo que evidencia la magnitud de su expansión global ⁽³⁾.

Los defensores de los cigarrillos electrónicos argumentan que, al no existir combustión del tabaco, la exposición a carcinógenos presentes en el humo tradicional, como alquitrán y monóxido de carbono, es considerablemente menor. No obstante, diferentes estudios han demostrado que los ENDS liberan sustancias potencialmente dañinas, incluyendo formaldehído, acetaldehído, metales pesados como cadmio, níquel y plomo, así como nitrosaminas, cuyos efectos por exposición crónica aún no están completamente esclarecidos ⁽⁴⁾. Aunado a los riesgos a largo plazo, como cáncer, daño pulmonar, afectación cardiovascular y alteraciones neurológicas, ha emergido un problema adicional de creciente preocupación: las explosiones accidentales de estos dispositivos.

En años recientes se ha documentado un incremento notable de incidentes en los que un ENDS explota de forma inesperada, provocando lesiones graves y generando un nuevo reto para la seguridad del consumidor. Estas explosiones suelen originarse por fallas en las baterías de iones de litio, una tecnología ampliamente utilizada en dispositivos electrónicos y reconocida con el Premio Nobel de Química en 2019 ⁽³⁾. Las quemaduras derivadas de estos eventos representan una emergencia médica que requiere manejo especializado y se asocia con una morbilidad considerable ⁽⁵⁾.

La magnitud del riesgo ha llevado incluso a instituciones militares a imponer restricciones. La Marina de Estados Unidos prohibió el uso de cigarrillos electrónicos debido no sólo a sus implicaciones para la salud del personal, sino también al peligro operativo que representan las explosiones dentro de buques militares, donde cualquier incidente puede comprometer seriamente la seguridad ⁽⁶⁾. De manera similar, en 2022 los ENDS fueron la principal causa de explosiones de baterías registradas en aeronaves, lo que subraya el riesgo creciente asociado a su transporte y

uso en entornos sensibles ⁽⁷⁾.

Ante este panorama, la presente revisión narrativa tiene como objetivo analizar la evidencia disponible sobre las explosiones de dispositivos ENDS, sus mecanismos, las lesiones resultantes y las implicaciones para la práctica clínica y la seguridad pública.

Método:

Se llevó a cabo una revisión narrativa estructurada (comprehensive narrative review) de la literatura reciente relacionada con las quemaduras ocasionadas por la explosión de cigarrillos electrónicos, con énfasis en fisiopatología, patrones clínicos y severidad de la lesión. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed y Google Scholar, empleando operadores booleanos (“AND”, “OR”) y combinaciones de palabras clave en inglés y español vinculadas con e-cigarette explosions, e-cigarette burns, electronic nicotine delivery systems, burn injuries, thermal burns, chemical burns y explosión de vapeadores.

Se aplicó un filtro temporal para incluir únicamente publicaciones entre enero de 2020 y noviembre de 2025, con el objetivo de recopilar la evidencia clínica más actual. Adicionalmente, se efectuó una búsqueda manual en las referencias de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales relevantes no recuperados mediante la búsqueda electrónica.

Los registros encontrados fueron sometidos a un proceso de cribado por título y resumen, eliminando duplicados y descartando trabajos no pertinentes. Posteriormente, los artículos elegibles fueron revisados a texto completo siguiendo criterios predefinidos de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión abarcaron artículos originales, reportes y series de casos, revisiones narrativas o sistemáticas, análisis clínicos, estudios de patrones de lesión y publicaciones técnico-clínicas en inglés o español, con relación directa a quemaduras producidas por la explosión de cigarrillos electrónicos o vapeadores. Se excluyeron publicaciones en otros idiomas sin traducción disponible, editoriales, cartas al editor sin datos clínicos, resúmenes de congreso sin texto completo, estudios centrados únicamente en toxicidad por vapeo sin explosión y trabajos no relacionados con quemaduras.

En total, se identificaron 30 registros en PubMed relacionados con “e-cigarette explosion”, de los cuales se incluyeron 12 estudios, así como 11 registros adicionales sobre “e-cigarette burns”, de los cuales 2 revisiones cumplieron los criterios de selección. En Google Scholar se recuperaron 79 registros en español, de los cuales 4 estudios fueron pertinentes tras el cribado y la revisión a texto completo. Se agregaron 2 artículos de búsqueda manual. Tras eliminar duplicados y aplicar los criterios metodológicos, se incluyeron 20 artículos para la síntesis narrativa final.

La revisión se desarrolló conforme a los principios de transparencia, rigor y calidad metodológica establecidos por la guía SANRA, garantizando claridad, coherencia y reproducibilidad en la descripción del proceso de búsqueda, selección y análisis de la información.

Estrategia de búsqueda:

Pubmed: ((“electronic nicotine delivery systems”[MeSH Terms] OR (“electronic”[All Fields] AND “nicotine”[All Fields] AND “delivery”[All Fields] AND “systems”[All Fields]) OR “electronic nicotine delivery systems”[All Fields] OR “e cigarette”[All Fields]) AND (“explosions”[MeSH Terms] OR “explosions”[All Fields] OR “explosion”[All Fields] OR “explosive agents”[Pharmacological Action] OR “explosive agents”[Supplementary Concept] OR “explosive agents”[All Fields] OR “explosive”[All Fields] OR “explosive agents”[MeSH Terms] OR (“explosive”[All Fields] AND “agents”[All Fields]) OR “explosives”[All Fields] OR “explosively”[All Fields] OR “explosiveness”[All Fields] OR “explosivity”[All Fields])) AND (y_5[Filter])
 ((“electronic nicotine delivery systems”[MeSH Terms] OR (“electronic”[All Fields] AND “nicotine”[All Fields] AND “delivery”[All Fields] AND “systems”[All Fields]) OR “electronic nicotine delivery systems”[All Fields] OR “e cigarette”[All Fields]) AND (“burning”[All Fields] OR “burns”[MeSH Terms] OR “burns”[All Fields] OR “burned”[All Fields] OR “burnings”[All Fields])) AND ((y_5[Filter]) AND (review[Filter]))

Google Scholar: En Google Scholar se realizaron búsquedas complementarias utilizando términos en español. Dada la estructura limitada del motor de búsqueda, se empleó la expresión exacta “explosión de vapeadores” entre comillas, aplicando el filtro de intervalo temporal 2020–2025. La búsqueda generó un total de 79 registros, los cuales fueron evaluados mediante revisión de títulos y resúmenes.

Composición y funcionamiento de los ENDS

Los sistemas electrónicos de administración de nicotina (ENDS) comparten una arquitectura básica compuesta por una fuente de energía, un regulador de voltaje (con o sin microprocesador), una unidad de calentamiento o atomizador, un depósito que almacena el líquido, una boquilla y una carcasa externa ⁽⁷⁾. Aunque esta estructura es común a todos los modelos, los dispositivos se presentan en una amplia variedad de formatos, que incluyen cigarrillos electrónicos, vaporizadores personales y vaporizadores personales avanzados, fabricados con materiales como metal, cerámica, plástico y espuma ⁽¹⁾.

El funcionamiento se activa al inhalar o presionar un botón, lo que produce el calentamiento del líquido

contenido en el depósito. Este líquido, formado típicamente por nicotina, saborizantes y una mezcla de glicerol y propilenglicol, se vaporiza al entrar en contacto con la resistencia, alcanzando temperaturas entre 60 y 120 °C y generando un aerosol que el usuario inhala ⁽⁸⁾. En el mercado existen dispositivos con configuraciones energéticas avanzadas, algunos de los cuales incorporan hasta tres baterías de 5000 mAh, una capacidad comparable a la de baterías empleadas en computadoras portátiles ⁽⁹⁾.

Los ENDS pueden dividirse en sistemas abiertos y cerrados según el grado de control que el usuario tiene sobre el líquido, el voltaje y la resistencia de calentamiento, así como sobre la ventilación interna del dispositivo ⁽¹⁰⁾. Asimismo, se describen cuatro generaciones de cigarrillos electrónicos: los *cigalike* de primera generación, simples y usualmente desechables; los dispositivos de segunda generación, con tanques recargables y voltaje ajustable entre 3 y 6 V; los de tercera generación, equipados con baterías más grandes y voltajes que pueden llegar hasta 8 V; y los de cuarta generación, caracterizados por bobinas de baja resistencia (<1 ohm) y sistemas de control de temperatura que permiten generar cantidades mayores de aerosol y un mayor consumo de líquido ⁽¹¹⁾.

La fuente de energía más habitual en los ENDS son las baterías de litio, seleccionadas por su tamaño compacto y alta densidad energética ⁽¹⁾. Estas baterías pueden ser recargables proporcionadas por el fabricante, baterías estándar o incluso alimentadas mediante conexión USB ⁽¹⁾. Los dispositivos actuales también ofrecen opciones de personalización como control de temperatura, ajuste del flujo de aire y selección de la potencia suministrada al atomizador, lo que permite al usuario modificar la producción de aerosol y la experiencia de inhalación ⁽¹⁾.

Epidemiología de explosiones y lesiones

La verdadera magnitud del riesgo que representan los dispositivos electrónicos de administración de nicotina (ENDS) continúa siendo difícil de establecer, en parte porque la tasa real de fallas de sus baterías de ion-litio permanece indeterminada ⁽¹⁾. Sin embargo, la evidencia disponible muestra un incremento sostenido tanto en su uso como en las lesiones derivadas de explosiones.

En Estados Unidos, se registraron más de dos mil quemaduras asociadas a explosiones de cigarrillos electrónicos entre 2015 y 2017, con aproximadamente una cuarta parte de los casos requiriendo hospitalización por su gravedad. La mayoría de estas lesiones afectaron principalmente muslos y manos, con una extensión que típicamente comprometió menos del 5% de la superficie corporal total (TBSA). Las víctimas fueron predominantemente hombres jóvenes de entre 20 y 40 años, quienes representaron cerca del

90% de los casos ⁽⁷⁾. De manera paralela, los datos de vigilancia nacional estiman alrededor de 3369 visitas a salas de urgencias relacionadas con explosiones de dispositivos ENDS durante el periodo 2015–2019 ⁽¹²⁾, lo que confirma la persistencia del problema.

A nivel institucional, distintos estudios retrospectivos han caracterizado los patrones clínicos de estas lesiones. En Austria, un centro especializado en quemados identificó siete casos entre 2016 y 2022, la mayoría asociados a dispositivos almacenados en bolsillos, lo que explica que seis pacientes presentaron afectación de muslos y manos. Tres individuos desarrollaron quemaduras de espesor total, aunque ningún caso mostró lesiones por inhalación. En seis eventos, la ropa se incendió posterior a la explosión, lo que agravó la severidad térmica ⁽⁷⁾.

En el ámbito facial, una revisión que integró estudios prospectivos, retrospectivos, ensayos clínicos y reportes de caso registró 105 lesiones faciales asociadas a 32 explosiones. Predominaron los traumatismos por proyectil (73.3%), seguidos de quemaduras (26.7%). El 43.8% de los pacientes presentó ambos tipos de lesión de manera simultánea. Las quemaduras comprometieron principalmente la cara (64.3%), la cavidad oral (25%) y los ojos (10.7%), mientras que los impactos por proyectil afectaron sobre todo el tercio inferior facial (81.8%). Las fracturas dentales u óseas estuvieron presentes en el 62.5% de los casos. Además, casi un tercio de los dispositivos había sido previamente modificado, y en todas estas situaciones la explosión ocurrió tras la instalación o carga de la batería. Más de la mitad de los pacientes (62.5%) requirió intervención quirúrgica reconstructiva ⁽¹³⁾.

La población pediátrica también ha sido afectada. Un análisis multicéntrico en nueve hospitales infantiles reportó 15 casos de trauma por explosión de vaporizadores entre 2016 y 2019, con una mediana de edad de 17 años. Diez pacientes requirieron hospitalización y tres ingresaron a cuidados intensivos; dos de ellos precisaron intubación por traumatismo facial, mientras que otro fue admitido para observación ante el riesgo de compromiso de la vía aérea ⁽²⁾.

Por otra parte, Daniels et al, recopiló más de 90 casos publicados, con una superficie corporal quemada promedio de 5.3%, consistente con lo observado en otras series.

Hallazgos adicionales provienen de un estudio alemán que analizó 46 pacientes consecutivos tratados por lesiones tras la explosión de un ENDS entre 2013 y 2019. Todos presentaron quemaduras de espesor parcial y el 85% quemaduras profundas; un 17% desarrolló áreas de espesor total. Las regiones anatómicas más afectadas fueron cintura e ingle (69%), manos (25%) y cara (7%). En el seguimiento telefónico realizado a los 13 meses del alta, dos tercios de los pacientes proporcionaron datos sobre manipulación

técnica del dispositivo, adquisición, continuidad del vapeo y satisfacción con los resultados del tratamiento ⁽⁵⁾.

El compromiso oromaxilofacial ha sido documentado de manera específica en otra revisión sistemática que reunió 21 casos. Las lesiones más frecuentes se localizaron en labios (10 pacientes), lengua (8 pacientes), paladar duro o blando (4 pacientes) y nariz (5 pacientes). Trece individuos requirieron procedimientos quirúrgicos, incluidos cirugía oral y maxilofacial, implantes dentales, injertos óseos, fijación interna para preservar los tractos sinusales, extracción de un cuerpo extraño cervical e incluso una iridectomía ⁽¹⁴⁾.

Finalmente, es importante destacar que el aumento en la incidencia de estas lesiones ocurre en un contexto de crecimiento acelerado del uso de cigarrillos electrónicos. Entre 2020 y 2022, las ventas en Estados Unidos aumentaron un 46.6%, y los datos de la Encuesta Nacional de Tabaco en Jóvenes 2023 indican que el 7.7% de los estudiantes usa actualmente estos dispositivos, superando ampliamente el consumo de cigarrillos combustibles que representa el 1.6% ⁽¹⁵⁾.

Mecanismos de explosión y fallas del dispositivo

Las explosiones asociadas con dispositivos ENDS derivan principalmente de fallas en las baterías de ion-litio, cuya inestabilidad puede desencadenar reacciones térmicas súbitas. El mecanismo más aceptado es la fuga térmica (thermal runaway), proceso en el cual la batería alcanza temperaturas críticas capaces de producir ignición o explosión. Este fenómeno puede desencadenarse durante el uso, el almacenamiento o la carga del dispositivo ^(1,7).

Diversos mecanismos explican estas fallas catastróficas, y los más respaldados por la literatura se describen a continuación.

1. Fuga térmica y reacción en cascada

Durante la fuga térmica, la energía contenida en la celda se libera en cuestión de segundos mediante reacciones exotérmicas aceleradas. El aumento abrupto de temperatura genera gases calientes que se expulsan violentamente en forma de vapor o llamas, pudiendo liberar también compuestos corrosivos como ácido fluorhídrico ⁽⁷⁾.

Un mecanismo relacionado es la reacción en cascada, resultado de un cortocircuito interno capaz de elevar la temperatura por encima de 500 °C. Este incremento precipita incendios, explosiones y proyección de fragmentos metálicos. Entre los factores predisponentes destacan defectos de fabricación, sobrecarga, uso de cargadores incompatibles y degradación del electrolito ⁽⁵⁾.

2. Factores externos que precipitan la falla

La exposición del dispositivo a ambientes cálidos y

húmedos como el bolsillo del usuario y el contacto con objetos metálicos pueden generar cortocircuitos externos que provocan sobrecalentamiento ^(1,8). Esto ocurre cuando ambos polos de la batería se conectan accidentalmente, especialmente si se transporta sin protección.

Se ha propuesto además que la humedad puede favorecer reacciones químicas en el ánodo, contribuyendo al incremento de temperatura y potencial explosión ⁽³⁾.

3. Diseño estructural y proyección del dispositivo

A diferencia de dispositivos electrónicos mayores, los ENDS utilizan baterías cilíndricas sin una carcasa protectora robusta. Cuando el sello se compromete, la presión interna aumenta rápidamente y se libera de forma direccional a través de los extremos del cilindro, lo que confiere a la explosión un patrón altamente focalizado. Esta descarga puede impulsar el dispositivo hacia el rostro, ocasionando fracturas y lesiones cervicales severas ^(1,2).

4. Cortocircuitos internos y externos

Los cortocircuitos internos son infrecuentes, aproximadamente 1 en 10 millones, y suelen ocurrir cuando el separador entre el ánodo y el cátodo se perfora por crecimiento de dendritas de litio ⁽⁸⁾.

En contraste, los cortocircuitos externos son más habituales y se producen cuando objetos metálicos completan el circuito de manera accidental, especialmente durante el transporte del dispositivo ⁽⁸⁾.

5. Riesgos asociados al proceso de carga

El proceso de carga representa uno de los momentos de mayor riesgo. El uso de cargadores no diseñados para ENDS, equipos de mala calidad o el hábito de utilizar el dispositivo mientras se carga incrementan la probabilidad de liberación de gases inflamables y posterior detonación. Una descarga rápida o irregular también puede generar gases combustibles que requieren una mínima chispa para detonar ⁽⁸⁾.

En conjunto, estos mecanismos evidencian que las explosiones no son eventos aleatorios, sino el resultado de una interacción compleja entre fallas internas, condiciones externas y características estructurales propias del dispositivo.

Clasificación

Las lesiones secundarias a explosiones de cigarrillos electrónicos (ENDS) se han clasificado mediante distintos sistemas que combinan la localización anatómica con el mecanismo lesional.

En 2017, Patterson et al. introdujeron una clasificación dual que distingue, en primer lugar, entre lesiones directas e indirectas, y en segundo término, un esquema numérico que va del tipo 1 al tipo 5b según la región corporal afectada y el compromiso de la vía aérea ⁽¹⁶⁾. En este modelo, los tipos 1, 2 y 3 se definen por el área anatómica predominante: mano, cara y

región cintura–ingle, respectivamente. El tipo 4 se reserva para lesiones secundarias a incendios domésticos u otros fuegos originados por el dispositivo, consideradas como indirectas al producirse a distancia del punto de explosión. El tipo 5 agrupa las lesiones por inhalación relacionadas con un ENDS en llamas y se subdivide en 5a, cuando existe daño térmico directo de la vía aérea superior por destello o explosión, y 5b, cuando predomina una injuria química por inhalación de humo por debajo de la glotis ⁽¹⁶⁾. Dentro de esta propuesta, los tipos 1, 2, 3 y 5a se consideran lesiones directas, mientras que el tipo 4 se clasifica como indirecto.

Posteriormente, diversos autores plantearon que la clasificación por área anatómica podía ser insuficiente para guiar el manejo, proponiendo esquemas basados en el mecanismo fisiopatológico. En 2018, Serror et al. publicaron una clasificación basada explícitamente en el mecanismo de lesión donde el tipo A corresponde a quemaduras térmicas con llamas vinculadas al fenómeno de *thermal runaway* de la batería; el tipo B describe las lesiones por explosión producidas por la detonación del dispositivo y la proyección de fragmentos; el tipo C engloba las quemaduras químicas alcalinas ocasionadas por la dispersión de la solución electrolítica; y el tipo D incluye las quemaduras térmicas sin llama atribuibles al sobrecalentamiento del dispositivo sin combustión visible ⁽¹⁷⁾. Cada uno de estos tipos se asocia con patrones diferentes de daño tisular y, por tanto, con estrategias específicas de tratamiento, tanto quirúrgico como conservador.

En conjunto, la clasificación anatómica de Patterson y la clasificación de Serror ofrecen un marco complementario: el primer enfoque facilita la descripción y el registro clínico según la zona afectada, mientras que el segundo orienta la comprensión fisiopatológica y la toma de decisiones terapéuticas en las quemaduras relacionadas con explosiones de cigarrillos electrónicos ^(16,17).

Tipo de lesiones asociadas y gravedad

Las explosiones de cigarrillos electrónicos pueden originar lesiones complejas que combinan daño térmico, químico y mecánico, con un espectro de gravedad que va desde quemaduras superficiales hasta traumatismos potencialmente mortales. Se han descrito quemaduras de tercer grado en el contexto de fallas del dispositivo, en ocasiones acompañadas de dolor intenso, inestabilidad hemodinámica, compromiso respiratorio y lesiones por inhalación de humo; además, algunos pacientes desarrollan trastorno de estrés posttraumático con reviviscencias, depresión, insomnio y ansiedad marcada tras el evento ⁽¹⁵⁾.

Desde el punto de vista cutáneo y de partes blandas, son frecuentes las lesiones en muslo, pantorrilla, región inguinal, abdomen, glúteos y mano, especial-

mente cuando la batería explota dentro del bolsillo o en contacto directo con la ropa ^(1,8). Estas lesiones suelen ser mixtas: se combinan quemaduras térmicas profundas por la elevada temperatura alcanzada, necrosis colicuativa secundaria al contacto con el electrolito alcalino que se escapa de la batería y contaminación por cuerpos extraños, como fragmentos metálicos de la carcasa o depósitos de litio, lo que exige desbridamiento cuidadoso y medidas iniciales específicas ^(1,8).

El uso del dispositivo cerca de fuentes de oxígeno suplementario añade un riesgo adicional: la resistencia interna puede llegar a temperaturas cercanas a 350 °C para vaporizar el líquido, actuando como fuente de ignición capaz de inflamar el oxígeno circundante. Se han reportado quemaduras en pacientes que utilizaban cigarrillos electrónicos mientras recibían oxigenoterapia, lo que ha motivado la propuesta de una codificación ICD-10 específica para este patrón de lesión ⁽¹⁸⁾.

En la región craneofacial y la cavidad oral, las explosiones pueden producir daño extenso en tejidos duros y blandos. Se han descrito fracturas dentales, luxaciones, intrusiones, extrusiones, subluxaciones y avulsiones, con predilección por los incisivos maxilares, lo que repercute directamente sobre la masticación, el habla, la estética y la autoestima del paciente ^(6,13). También se han documentado fracturas dentoalveolares, hematomas, ulceraciones traumáticas, tatuajes por depósito de partículas, perforación palatina con extensión hacia la cavidad nasal y laceraciones de labio superior, encías, lengua y paladar duro ⁽¹⁹⁾. En series pediátricas y juveniles se han reportado quemaduras faciales, pérdida de múltiples dientes, quemaduras en mano, lesiones en muslo e ingle, afectación ocular, lesión del nervio radial, laceraciones faciales y fracturas mandibulares; una proporción significativa de estos pacientes requirió intervención quirúrgica, e incluso múltiples procedimientos en casos de lesión grave en la mano ⁽²⁾. Las quemaduras intraorales, en particular, conllevan un riesgo elevado de edema progresivo y posible compromiso de la vía aérea, por lo que se recomienda una evaluación temprana de la permeabilidad respiratoria y un seguimiento estrecho ⁽²⁰⁾. Las fallas operativas y las explosiones en la región oral también se han asociado con traumatismos cervicales. Se ha comunicado un caso en el cual la expulsión violenta de la boquilla tras la explosión de un ENDS produjo la fractura de la vértebra C1, además de quemaduras en labios y lengua; este tipo de lesión plantea la posibilidad de daño a vasos cervicales y estructuras musculoesqueléticas críticas, lo que obliga a una valoración detallada de la región del cuello ⁽¹⁾. En el ámbito ocular, los dispositivos ENDS pueden generar lesiones térmicas, contusionales, penetrantes y químicas, probablemente relacionadas con la natu-

raleza alcalina del contenido de la batería ⁽¹⁾. El impacto de fragmentos y la exposición a electrolitos o vapores pueden traducirse en laceraciones corneales, quemaduras tóxicas o cáusticas de la superficie ocular y, en casos graves, compromiso visual significativo, a menudo asociado a traumatismo dental y maxilofacial concomitante ⁽¹⁾.

Además del compromiso cutáneo y craneofacial, las explosiones de cigarrillos electrónicos pueden originar quemaduras químicas en las vías respiratorias y lesiones por inhalación. El contacto de mucosas con electrolitos alcalinos y la inhalación de humo o vapores combustibles contribuyen al daño de la vía aérea tanto superior como inferior ^(1,7,15). La onda de presión generada durante la explosión actúa como un verdadero fenómeno de blast, capaz de transformar los fragmentos del dispositivo en proyectiles de alta energía que impactan dientes, huesos faciales, vasos sanguíneos, globo ocular, cerebro y otros órganos, con potencial riesgo vital ⁽⁷⁾.

Manejo inicial

No existe aún un protocolo terapéutico estandarizado para las lesiones asociadas a explosiones de cigarrillos electrónicos o baterías de ion-litio; sin embargo, la evidencia disponible permite delinear una serie de pasos iniciales que deberían aplicarse de forma sistemática para limitar el daño tisular y prevenir complicaciones precoces ⁽⁹⁾. De forma general, se recomienda que la valoración inicial siga los principios del Advanced Trauma Life Support (ATLS), con prioridad en la evaluación de la vía aérea, la respiración y la circulación, especialmente en pacientes con quemaduras faciales, intraorales o trauma cervical ^(1,20).

En el abordaje de urgencia, Ahmed et al. sugieren complementar la evaluación clínica con la medición sérica de metales pesados como litio, cobalto y manganeso, con el fin de detectar posible toxicidad sistémica secundaria a la liberación de componentes de la batería ⁽¹⁾. De manera simultánea, se indica el desbridamiento inicial del tejido desvitalizado y la limpieza del sitio de la herida para retirar restos de carcasa, fragmentos metálicos y material electrolítico visible, reduciendo así la carga de contaminantes y el riesgo de progresión de la lesión ⁽¹⁾.

Cuando existe sospecha o evidencia de contaminación con electrolito alcalino, varios autores proponen realizar una prueba de pH local al ingreso para identificar la presencia de sustancias fuertemente básicas ^(3,8). El litio metálico puede reaccionar de manera marcadamente exotérmica con el agua, incluso con la humedad cutánea, formando hidróxido de litio (una base fuerte) e hidrógeno inflamable, lo que potencialmente agrava tanto el componente térmico como el químico de la quemadura ^(3,8). Por este motivo, se ha sugerido que, ante un pH elevado o

duda razonable de contaminación por litio metálico, la limpieza inicial se realice con agentes no acuosos, como aceite mineral, evitando el uso de agua hasta que se haya retirado completamente todo material metálico visible ⁽³⁾. Una vez que la contaminación metálica se considera resuelta, puede continuarse con el manejo convencional de quemaduras, incluida la irrigación copiosa, ajustado a la profundidad, extensión y localización de las lesiones ^(3,8).

En este contexto, algunos autores destacan que el enfriamiento con agua por sí solo no es suficiente para aliviar el dolor ni detener la progresión del daño, y que el factor determinante es el desbridamiento temprano de los tejidos desvitalizados y la retirada de restos de batería y electrolito ⁽⁹⁾. Estas medidas deberían considerarse desde la fase prehospitalaria siempre que sea posible, dada la naturaleza mixta (térmica, química y mecánica) y potencialmente progresiva de este tipo de lesiones ^(3,8).

Para las lesiones localizadas en cara, cavidad oral y región cervical, se ha propuesto un algoritmo específico de manejo inicial que prioriza la valoración inmediata de la vía aérea cuando hay quemaduras intraorales, edema, sangrado activo o daño extenso del tercio facial inferior ⁽²⁰⁾. Una vez estabilizado el paciente, se recomienda la realización de tomografía computarizada para identificar fracturas maxilofaciales, cuerpos extraños y posibles lesiones cervicales asociadas, así como la indicación de profilaxis antibiótica en heridas abiertas o contaminadas ⁽²⁰⁾. La interconsulta temprana con odontología y cirugía maxilofacial es esencial para planificar la reparación de fracturas dentoalveolares y defectos de tejidos blandos, mientras que la valoración oftalmológica urgente resulta imprescindible cuando se sospechan lesiones oculares por impacto de fragmentos o exposición a electrolitos ⁽²⁰⁾. Cuando está indicada, la reparación quirúrgica temprana favorece mejores resultados funcionales y estéticos, y debe complementarse con seguimiento psicológico debido al impacto traumático significativo que pueden generar estas explosiones ^(15,20).

Manejo local definitivo y tratamiento quirúrgico

Además de las medidas iniciales, el tratamiento local de las quemaduras secundarias a explosiones de cigarrillos electrónicos suele requerir intervenciones específicas sobre la herida. En la serie de Kaltenborn et al., todos los pacientes recibieron desbridamiento y desinfección meticulosa del lecho lesional, y en casi una quinta parte de los casos se empleó desbridamiento hidroterapéutico como parte del manejo inicial ⁽⁵⁾. El 61 % de los pacientes fue tratado quirúrgicamente mediante necrectomía tangencial e injerto de piel de espesor parcial, mientras que en aproximadamente

dos tercios se utilizó un sustituto cutáneo sintético de polilactida como cobertura temporal o definitiva. En el resto, las heridas se manejaron de forma conservadora con gel de poliexanida y apósitos no adherentes, con el objetivo de favorecer la epitelización y reducir el dolor local ⁽⁵⁾.

En las lesiones más complejas, especialmente aquellas que afectan cara, cavidad oral y región maxilofacial, el tratamiento quirúrgico puede incluir reparación de tejidos blandos, fijación interna de fracturas, extracción de piezas dentarias no viables, manejo de heridas contaminadas, reconstrucción con injertos óseos y cutáneos, así como abordaje oftalmológico especializado en caso de compromiso ocular ⁽²⁰⁾. Estas intervenciones forman parte del manejo definitivo y deben planificarse en el contexto de un equipo multidisciplinario, con el fin de optimizar los resultados funcionales y estéticos a largo plazo ^(20,15).

Dado que las lesiones térmicas, químicas y por onda expansiva pueden comprometer simultáneamente piel, mucosas, estructuras óseas y órganos internos, el manejo óptimo requiere un enfoque interdisciplinario, integrando a cirujanos plásticos, cirujanos maxilofaciales, intensivistas, toxicólogos, oftalmólogos, odontólogos, especialistas en salud mental y equipos de rehabilitación ^(1,15). Este abordaje coordinado resulta clave para minimizar secuelas funcionales y estéticas, así como para abordar de forma adecuada las consecuencias sistémicas y psicológicas asociadas a las lesiones por explosiones de cigarrillos electrónicos ⁽¹⁵⁾.

Complicaciones

Las lesiones secundarias a explosiones de cigarrillos electrónicos se asocian con una elevada frecuencia de complicaciones locales y sistémicas. En la serie de Kaltenborn et al., la infección de la herida se documentó en 18 pacientes (alrededor del 39 %), siendo la profundidad de la quemadura la única variable significativamente relacionada con este desenlace ($p < 0.001$), lo que refuerza la importancia del desbridamiento precoz y del manejo agresivo de las quemaduras profundas ⁽⁵⁾.

En el contexto específico de las explosiones en cavidad oral, la evolución clínica también se caracteriza por una morbilidad considerable. En un estudio con 32 pacientes, casi la mitad de los que completaron seguimiento desarrollaron complicaciones, entre ellas dependencia de sonda de alimentación, defectos óseos persistentes que requirieron cirugías adicionales, falta de mejoría de la agudeza visual, restos de cuerpos extraños intraoculares, edema labial mantenido, infecciones sinusales recurrentes y alteraciones psicológicas ⁽²⁰⁾. Otros trabajos describen secuelas como pérdida ósea secundaria a fracturas traumáticas, tinnitus y pérdida auditiva, parálisis del labio asociada a edema persistente, sinusitis crónica, fotofobia

y contracturas axilares y de la mano, lo que pone de manifiesto el potencial de estas lesiones para generar deformidades y limitaciones funcionales a largo plazo (14).

Más allá del compromiso local, se han descrito alteraciones sistémicas relacionadas con la liberación de componentes de la batería. Se han encontrado niveles plasmáticos elevados de cobalto y manganeso tras explosiones de dispositivos, metales capaces de producir trastornos neurológicos, alteraciones visuales y auditivas, así como manifestaciones psiquiátricas como alucinaciones, lo que refuerza la necesidad de una vigilancia clínica y analítica dirigida en estos pacientes (3). En conjunto, estas observaciones subrayan que las complicaciones derivadas de las explosiones de cigarrillos electrónicos no se limitan a la fase aguda, sino que pueden traducirse en secuelas funcionales, sensoriales y psicológicas prolongadas que requieren seguimiento multidisciplinario y estrategias de rehabilitación a largo plazo.

Hábitos de vapeo posteriores al accidente

En el estudio de Kaltenborn et al. se realizó seguimiento a los pacientes después del accidente para evaluar tanto las secuelas físicas como los cambios en sus hábitos de vapeo. En dicho seguimiento, 31 pacientes (67 %) completaron la entrevista. La mayoría refirió satisfacción con el resultado estético: el 91 % (n = 28) se declaró conforme con la apariencia de su cicatriz. En relación con los hábitos de vapeo tras el evento, el 62 % (n = 19) afirmó haber suspendido el uso de ENDS, mientras que el 38 % continuó utilizándolos. Resulta particularmente relevante que 13 pacientes (42 %) habían manipulado o modificado previamente su dispositivo con la intención de prolongar la duración de la batería o aumentar la producción de vapor. En cuanto al canal de adquisición, 25 participantes (79 %) compraron su cigarrillo electrónico por internet y solo seis (21 %) lo adquirieron en una tienda especializada (5).

Regulación y Prevención

El rápido aumento en el uso de dispositivos electrónicos de administración de nicotina (ENDS) ha ido acompañado de la proliferación de fabricantes y distribuidores con escaso control regulatorio, especialmente en lo relativo a la calidad de las baterías y de los componentes electrónicos. Pese al creciente número de reportes de quemaduras y explosiones, en muchos mercados aún no se exige incluir en el empaque advertencias específicas sobre el riesgo de sobrecalentamiento, incendio o explosión, ni sobre las posibles lesiones térmicas y químicas asociadas (1). En este contexto, diversos autores han subrayado la necesidad de que organismos como la FDA refuerzen las exigencias en torno a las buenas prácticas de

fabricación, la seguridad de las baterías de ion-litio y las posibilidades de personalización de los dispositivos, en particular cuando las modificaciones pueden incrementar la potencia o alterar los parámetros de seguridad originales (1).

La preocupación creciente de la FDA por los incidentes vinculados a fallas de baterías ha favorecido una caracterización más detallada de los factores de riesgo relacionados con el diseño y uso de los ENDS, incluyendo propiedades internas y externas de la batería, especificaciones técnicas y condiciones de funcionamiento del dispositivo (1). Sobre esta base, se ha propuesto que fabricantes, importadores, distribuidores y minoristas asuman un papel más activo en la prevención mediante el etiquetado y los manuales de usuario, incorporando advertencias claras sobre el riesgo de sobrecalentamiento, incendio y explosión, así como instrucciones precisas sobre los procedimientos de carga, el tipo de cargador recomendado, la frecuencia de recambio y la vida útil máxima de la batería (1).

En el uso cotidiano, las recomendaciones se centran en reducir el riesgo de cortocircuitos y activación accidental. Se sugiere transportar cigarrillos electrónicos y baterías recargables en estuches o contenedores específicos, en lugar de llevarlos sueltos en bolsillos o bolsos donde puedan entrar en contacto con objetos metálicos, como llaves o monedas, situación que favorece la formación de cortocircuitos y puede desencadenar fenómenos de *thermal runaway* (7). El uso de estuches independientes de la ropa también podría disminuir la superficie corporal expuesta en caso de explosión y reducir la extensión de las quemaduras (7). Ante la frecuencia de accidentes asociados a dispositivos modificados, se ha planteado que los cigarrillos electrónicos desechables podrían constituir una alternativa relativamente más segura, al disminuir la motivación del usuario para alterar componentes o aumentar de forma no controlada el rendimiento del aparato (7).

Se recomienda conservar las baterías en lugares frescos y secos (9). También se desaconseja llevarlos en bolsillos o en contacto directo con superficies metálicas, y se enfatiza la importancia de cargarlos en áreas seguras, evitar la carga nocturna sin supervisión, protegerlos de temperaturas extremas y desconectar la resistencia cuando el dispositivo no se encuentra en uso (2,9). En la misma línea, la FDA ha emitido guías específicas que recomiendan no usar cargadores de teléfonos o tabletas, evitar baterías dañadas o mojas y minimizar la exposición a fuentes de calor ambiental (2).

Desde la perspectiva de salud pública, los datos disponibles muestran que los principales afectados por explosiones de ENDS son varones jóvenes, ello sugiere que las estrategias preventivas deberían cen-

trarse prioritariamente en esta población, utilizando canales de comunicación acordes con sus patrones de consumo de información. En este sentido, las redes sociales representan una herramienta clave para campañas educativas orientadas tanto a promover el uso seguro y el manejo adecuado de las baterías como a visibilizar casos reales de explosiones y sus consecuencias clínicas, con potencial efecto disuasorio sobre prácticas de riesgo ⁽⁵⁾.

Conclusión

Las explosiones de cigarrillos electrónicos representan una entidad emergente y compleja, con un espectro de lesiones que abarca desde quemaduras superficiales hasta traumatismos craneofaciales, oculares y sistémicos potencialmente mortales. A diferencia de la mayoría de los trabajos sobre ENDS, tradicionalmente enfocados en las consecuencias respiratorias y cardiovasculares del vapeo, la evidencia reciente ha puesto en primer plano el riesgo intrínseco del dispositivo como fuente de daño térmico, químico y mecánico. Las series disponibles muestran tasas relevantes de quemaduras profundas, necesidad de cirugía reconstructiva, secuelas funcionales y estéticas duraderas, así como complicaciones psicológicas significativas.

Los mecanismos lesionales descritos explican la heterogeneidad de los patrones de daño y justifican la necesidad de clasificaciones específicas y de algoritmos estructurados de manejo. La experiencia acumulada subraya la importancia del reconocimiento precoz, la evaluación sistemática siguiendo principios de trauma, el desbridamiento temprano y la actuación interdisciplinaria, integrando cirugía plástica, maxilofacial, oftalmología, odontología, cuidados críticos, toxicología y salud mental.

Más allá del abordaje clínico, la literatura reciente coincide en que la verdadera reducción de estos eventos dependerá de la convergencia de tres ejes: un marco regulatorio más sólido que exija estándares estrictos de fabricación y etiquetado; una mayor responsabilidad de los fabricantes en cuanto a información clara sobre riesgos de sobrecalentamiento, incendio y explosión, así como sobre el uso y recambio seguro de las baterías; y estrategias educativas dirigidas a los grupos de mayor riesgo, en especial varones jóvenes que modifican sus dispositivos o los adquieren fuera de canales regulados. Este enfoque integrado ofrece el sustento para futuras recomendaciones en salud pública y sitúa los hallazgos clínicos y epidemiológicos de la presente revisión en un contexto más amplio de seguridad del producto y protección del paciente.

Referencias

1. Ahmed AR, Etchey B, Ahmed M. Explosions, Burn Injuries and Adverse Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems: A Review of Current Regulations and Future Perspectives. *J Pharm Pharm Sci.* 2021;24:462-474. doi:10.18433/jpps32242.
2. Russell KW, Katz MG, Phillips RC, Kelley-Quon LI, Acker SN, Shahi N, et al. Adolescent vaping-associated trauma in the Western United States. *J Surg Res.* 2022 Aug;276:251-255. PMID: 35395565.
3. Daniels M, Fuchs P, Oberländer H, Schiefer J, Seyhan H, Jan-Philipp S. Where there's smoke – there's no fire? – Burns from E-Cigarette explosions. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2020;52(6):483-9.
4. La Valle A, O'Connor R, Brooks A, Freij R. Maxillofacial injury related to an exploding e-cigarette. *BMJ Case Rep.* 2021 Jan 28;14(1):e239677. doi:10.1136/bcr-2020-239677. PMID:33509889.
5. Kaltenborn A, Dastagir K, Bingöl AS, Vogt PM, Krezdorn N. E-cigarette explosions: patient profiles, injury patterns, clinical management, and outcome. *JPRAS Open.* 2023;37:34-41. doi:10.1016/j.jpra.2023.05.001. PMID: 37693690.
6. Megino-Blasco L, Terrero-García MP, Olivares-Rodríguez M. Afectación bucodental por la explosión de cigarrillos electrónicos. *Sanid. mil.* 2025;81(1):36-39.
7. Freystätter C, Staud C, Fast A, Tratnig-Frankl P, Ihra G, Radtke C. Fake smoke, real fire: a retrospective single-center analysis of the underestimated risk of e-cigarette explosions and the typical burn patterns. *Wien Klin Wochenschr.* 2025;137(19-20):661-667. doi:10.1007/s00508-025-02520-y.
8. Gierisch JM, Blank MS, Sabbagh EA, et al. Burns from e-cigarette explosions: a case series and review of the literature. *J Burn Care Res.* 2021 May;42(3):579-584. doi:10.1093/jbcr/irab016. PMID:33291166.
9. Boissière F, Bekara F, Luca-Pozner V, Godillot C, Gandolfi S, Gibrila J, et al. Thermal and chemical burns caused by e-cigarette battery explosions. *Ann Chir Plast Esthet.* 2020;65(1):24-30. doi:10.1016/j.anplas.2019.12.001.
10. Llambí L, Rodríguez D, Parodi C, Soto E. Cigarrillo electrónico y otros sistemas electrónicos de liberación de nicotina: revisión de evidencias sobre un tema controversial. *Revista Médica del Uruguay.* 2020;36(1):59-73.
11. Martínez-Larenas MV, Reyes-Pérez G, Cruz-Madrigal G, et al. Efectos fisiopatológicos del cigarro electrónico. *Nutr. clín. terap.* 2022;81(2):121-130.
12. Rossheim ME, Livingston MD, Soule EK, Zeraye HA, Thombs DL. Electronic cigarette explosion/burn and poisoning related emergency department visits, 2018-2019. *Tobacco Control.* 2020;29(6):665-672. doi:10.1136/tobaccocontrol-2019-055564. PMID: 33041151.
13. Sahni V. E-cigarette explosion injuries in the oral and maxillofacial region and a protocol for their management. *Evid Based Dent.* 2023 Dec;24(4):176-178. doi:10.1038/s41432-023-00936-x. PMID:37731046.
14. Dekhou A, Schoonhoven F, et al. E-Cigarette Burns and Explosions: What are the Patterns of Oromaxillofacial Trauma Secondary to Device Malfunction? *J Oral Maxillofac Surg.* 2021;79(11):2197-2204.
15. Landers S, Jang S, Parsh B. Treating burns due to e-cigarette explosions. *Nursing.* 2024;54(11):12-13. doi:10.1097/NSG.000000000000094.
16. Patterson SB, Beckett AR, Lintner A, Leahey C, Greer A, Brevard SB, et al. A novel classification system for injuries after electronic

cigarette explosions. *J Burn Care Res.* 2017;38(1):e95–e100. doi:10.1097/BCR.0000000000000471.

17. Serror K, Chaouat M, Legrand MM, Depret F, Haddad J, Malca N, et al. Burns caused by electronic vaping devices (e-cigarettes): A new classification proposal based on mechanisms. *Burns.* 2018;44(3):544–8. doi:10.1016/j.burns.2017.09.005.

18. Montoya A, Ozhathil D, Hollowed K, Kahn SA. Burn Injury From Smoking Electronic Cigarettes While on Supplemental Oxygen. *J Burn Care Res.* 2023;44(7):319–324. doi:10.1093/jbcr/irad035. PMID: 36734524.

19. Morales Laestre CC, Hurtado Pacheco RD, Castillo Pedraza MC. Efectos del vapeo sobre la salud bucodental. *Rev Cubana Med Mil.* 2024;53(3).

20. Tran V, Kim J, Schoonhoven F, et al. Oral and maxillofacial injuries associated with e-cigarette explosions. *J Oral Maxillofac Surg.* 2023;81(11):567–574. doi:10.1016/j.joms.2022.12.014. PMID:36806607.
