

Journal für Pneumologie

Asthma – COPD – Imaging – Funktionsdiagnostik –
Thoraxchirurgie – Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD) –
Schlafapnoe – Thoraxtumor – Infektiologie – Rehabilitation

DFP/CME: Die E-Zigarette, die Alternative zum Zigarettenrauchen? // E-cigarette as alternative to cigarette smoking

Popper H

Journal für Pneumologie 2021; 9 (1), 5-9

Homepage:

www.kup.at/pneumologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Journal für Pneumologie

e-Abo kostenlos

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Pneumologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Pneumologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Journal für Pneumologie

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Die E-Zigarette, die Alternative zum Zigarettenrauchen?



H. Popper

Kurzfassung: Die elektrische Zigarette ist seit etlichen Jahren als Alternative zum Zigarettenrauchen im Gebrauch. Ursprünglich wurden Hoffnungen verbreitet, dass diese Art des Nikotinkonsums wesentlich geringer gefährlich sei. In den letzten Jahren wurden aber Berichte über schwere Lungenerkrankungen und Todesfälle veröffentlicht, die mit der Meinung eines geringen Risikos der E-Zigarette aufgeräumt haben.

In diesem Artikel befassen wir uns mit der Zusammensetzung der Inhaltsstoffe, ihrer Wirkung und den morphologischen Veränderungen bei schweren Erkrankungsfällen.

Schlüsselwörter: E-Zigarette, EVALI, Cannabinoide, Vitamin E-Azetat, Zusatzstoffe, akutes Lungenversagen, Organisierende Pneumonie, Lipidpneumonie

Abstract: e-cigarette as alternative to cigarette smoking. The electric cigarette has been around for several years and for some time has been regarded as a more safe alternative to cigarette smoking. However, recent reports have shown an increased risk for severe respiratory symptoms, and even death has been reported.

Here we present an overview on the risk factors of e-cigarette consumption with an analysis of their contents, the so far known toxicological effects, and the morphological reactions seen in patients, suffering from severe respiratory disease, called EVALI. *J Pneumologie* 2021; 9 (1): 5–9.

Keywords: e-cigarette, EVALI, cannabinoids, Vitamin E acetate, supplementary substances, acute respiratory failure, organizing pneumonia, lipid pneumonia

■ Einleitung

Die elektrische Zigarette (E-Zigarette) hat sich ausgehend von den USA mittlerweile weltweit verbreitet. Anfänglich wurde in der Werbung diese Art des Rauchens („vaping“) als risikolos bezeichnet. Mittlerweile sind aber aus den USA Todesfälle berichtet worden [1–3]. In Europa sind derzeit keine Todesfälle berichtet worden, was entweder auf die kürzere Zeit der Einführung der E-Zigarette oder auf eine andere Zusammensetzung der inhalierten Substanzen zurückgeführt werden könnte.

Vergleicht man die Autopsiestudien aus den USA, so fällt eines sofort auf: der hohe Anteil von Cannabinoiden im inhalierten Aerosol [4]. Während Burstyn 2014 [5] noch behauptete, dass keine wesentlichen toxischen Substanzen im inhalierten Aerosol enthalten wären, bzw. in so niedriger Konzentration, dass keine toxischen gravierenden Auswirkungen zu erwarten wären, berichteten mehrere Autoren von erheblichen toxischen Wirkungen bis hin zu intensivmedizinischer Behandlung von Patienten [4, 6–9]. Mittlerweile sind auch Todesfälle bekannt geworden [2, 4]. Erste Fälle wurden auch in Europa berichtet [10, 11].

In dieser Arbeit soll eine Zusammenfassung gegeben werden, welche Risikofaktoren eine Rolle spielen und mit welchen gesundheitlichen Folgen durch Vaping zu rechnen ist.

■ Methoden

Eine Literatursuche wurde durchgeführt, um Risikofaktoren und die Ursachen für EVALI (e-cigarette vaping associated lung injury) zu identifizieren und mögliche Unterschiede in Schwere und Inzidenz von EVALI in den USA und Europa zu finden.

Eingelangt am: 04.12.2020, angenommen nach Überarbeitung am: 08.02.2021
Aus dem Institut für Pathologie, Medizinische Universität Graz

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. Helmut Popper, Institut für Pathologie, Medizinische Universität Graz, A-8036 Graz, Neue Stiftingtalstraße 6, e-mail: helmut.popper@medunigraz.at

■ Inhaltsstoffe der inhalierten Dämpfe

In allen E-Zigarettenpackungen ist Nikotin enthalten [12]. In einer Vergleichsstudie wurden Zigarettenraucher, die auf die E-Zigarette wechselten, bezüglich der Anteile von Nikotinmetaboliten untersucht. Die Werte für Nikotin und einige polyaromatische Hydrocarbone (PAH) veränderten sich nicht, wenn die Probanden weiterrauchten. Einzelne Metabolite zeigten eine Reduktion unter der E-Zigarette (Benzen, Acrylnitrat, 1,3-Butadien) [13]. Die Menge an Nikotin wurde im Vergleich zu früheren Mengen in E-Zigaretten erhöht [14, 15]. Neben der Aufnahme von Nikotin und der Bildung von teilweise kanzerogenen Metaboliten sind aber auch Faktoren der Aerosolerzeugung wesentlich: Spuren von Metallen werden aus dem Behälter gelöst, darunter Metalle wie Nickel, Chrom, Kadmium, Zinn, Aluminium und sogar Blei. Diese Spurenelemente sind für verschiedene Systeme kanzerogen, neben der Lunge auch Mund- und Nasenhöhle [16].

Experimentelle Studien zeigten auch, dass die mukoziliäre Clearance durch Aerosole aus der E-Zigarette beeinträchtigt wird. Dieser Schleimtransport ist aber ein wichtiger Faktor, um inhalierte schädliche Substanzen aus dem Atemtrakt zu entfernen – eine Störung dieses Clearance-Systems fördert die Wirkung aller möglicher Schadsubstanzen [17].

Ein wichtiger Bestandteil ist nach den nikotinhaltigen Produkten das Tetrahydrocannabinol (THC). Cannabis selbst enthält über 100 sekundäre Metaboliten („cannabinoids“, darunter THC und Cannabidiol, CBD – letzteres ist ein nicht-psychoaktives Cannabinoid). Bei der Verwendung von THC wird immer auch Vitamin E-Azetat als Eindickungssubstanz zugegeben [18, 19]. Kiefernharz wurde als Bestandteil in Cannabis-Öl nachgewiesen. Kiefernharz ist ein Agens beim „Occupational Asthma“: Es verursacht Desquamation von Bronchialepithel und dieser Effekt wurde auch bei EVALI-Patienten gesehen [20]. Statt THC können auch Triglyceride und Oleamide zugesetzt werden; das letztere wirkt hypnotisch und wird in synthetischen Marihuanaprodukten nachgewiesen [18, 21].

Nikotin ist in allen Produkten enthalten, der Gehalt variiert zwischen 16 und 24 mg/mL Aerosol und ist daher niedriger als im Zigarettenrauch. Allerdings gibt es da durchaus Abweichungen: JUUL-pod enthält dieselbe Menge Nikotin wie 2 Packungen Zigaretten; in einigen Nachfüllpackungen wird zum Nikotin noch eine schwache organische Säure zugemischt, z. B. Benzoesäure [22, 23], die ihrerseits toxisch wirkt.

Als Geschmackstoffe werden verschiedene Aldehyde, wie Benzaldehyd, Zimtaldehyd, Citral, Ethylvanillin und Vanillin zugesetzt. Diese reagieren mit dem Lösungsvermittler Propylenglykol (PG). Etwa 40 % der Geschmacksaldehyde werden

zu Acetaldehyden konvertiert (durch Hitze oder Interaktion mit anderen Inhaltsstoffen) und sind im Aerosol nachweisbar. Diese Aldehyde sind ziemlich stabil und besitzen eine durchschnittliche Halbwertszeit von 36 Stunden [23–25].

Als Süßstoff werden Saccharide zugesetzt, die sich thermisch zu Furan und Aldehyden zersetzen. Benzaldehyd ist im Fruchtgeschmack (Kirsch) enthalten und bereits in 75 % der Nachfüllflüssigkeiten enthalten, Zimtaldehyd findet sich in 51 % der Produkte und ist ebenfalls toxisch [24].

Weitere Bestandteile sind polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), darunter Dibenz[a, e]pyren, Naphthalin und Chrysen; die Konzentration dieser PAHs ist aber im E-Zigarettenaerosol um 99,7 % niedriger, verglichen mit Zigarettenrauch [26]. Etliche dieser PAHs sind nicht nur toxisch, sondern auch kanzerogen.

■ Wirkung dieser Substanzen basierend auf experimentellen Untersuchungen

Mehr als 60 Substanzen lassen sich in E-Zigaretten nachweisen. Wichtig ist die Unterscheidung von cannabishaltigen (C-Vaping) und nicht-cannabishaltigen (Non-C-Vaping) Produkten (Abb. 1).

Im C-Vaping wirken Triglyceride (MCT) und Vitamin E-Azetat (VEA) als die hauptsächlich toxischen Substanzen. VEA lässt sich in der bronchoalveolären Lavage (BAL) nachweisen und wirkt vorwiegend über seine Metaboliten wie Keten entzündlich (oxidativer Stress). Dieser Effekt konnte auch im Tierversuch nachgewiesen werden [18, 27–29]. Dieser Effekt wird verstärkt, wenn der Inhaler der E-Zigarette auf höhere Voltage gesetzt wird (5,0 V oder mehr). Dadurch kann sich die Konzentration der Aldehyde auf 344,6 g für Formaldehyd und 206,3 g für Acetaldehyd erhöhen. Ähnliches passiert durch Trockeninhalation, wenn nicht mehr genügend Flüssigkeit im Behälter vorhanden ist.

Non-C-Vaping: Hier sind die vorwiegend proinflammatorischen Effekte des Aerosols auf die Entstehung von Sauerstoffradikalen (ROS) zurückzuführen [30]. Diese ROS können sich aus Superoxid-Anionen, aus Hypochlorit, Peroxynitrit und Hydrogenperoxyd zusammensetzen. ROS triggert Apoptose und vermindert die Zellvitalität. Es kommt zur Erhöhung/Freisetzung von Interleukin [6, 8] und Prostaglandin E2 [31]. Aus Lösungsmitteln wie Ethylenglykol (das selbst bereits reizend auf das respiratorische Epithel wirkt), Toluol und 1,3-Propanediol entstehen Aldehyde wie Acetaldehyd, Formaldehyd, Acrolein, Benzen u.a.

Aldehyde induzieren die Freisetzung proinflammatorischer Zytokine und Proteasen, sowie ebenfalls ROS. Dies wurde an Bronchialepithelien und Monozyten in Zellkultur herausgefunden [31]. E-Zigaretten induzieren Autophagie in menschlichen Bronchialepithelien und in der Mauslunge ähnlich wie das Nikotin; dies kann langfristige Auswirkungen auf Karzinomentstehung, aber auch auf die Entwicklung eines Emphysems, bzw. einer COPD haben. Benzen ist zusätzlich ein gut bekanntes Karzinogen. Durch Hitze können aus MCT Carbonylverbindungen entstehen, die ebenfalls toxisch und kanzerogen wirken.



Abbildung 1: Aufbau der E-Zigarette: Batterie, Atomisierer, Flüssigkeitsreservoir mit Flüssigkeit; die vierte Generation der E-Zigarette (Pod oder Pod-Mods) hat eine Temperaturkontrolle, einstellbare Stromstärke und einen elektrischen Widerstand, wodurch das erzeugte Aerosol variabel eingestellt werden kann. Der Hub über das Mundstück aktiviert einen Airflow-Sensor, der ein Erhitzen des Atomizers induziert, gefolgt von der Erzeugung eines Aerosols. Einige Typen haben einen Schalter für Batterie und Atomizer.

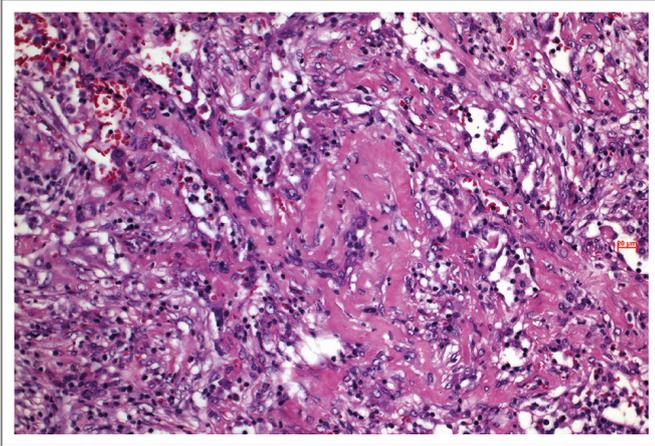


Abbildung 2: Diffuse Alveolenzerstörung (DAD) bei einem Patienten, der durch EVALI gestorben ist (H & E, Bar 20 µm).

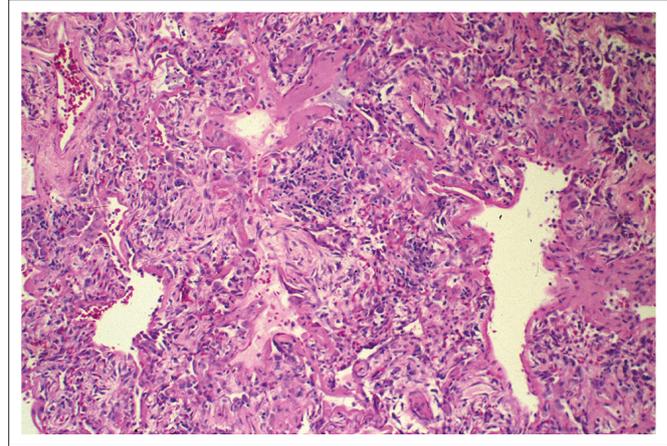


Abbildung 3: Organisierende Pneumonie nach DAD – der Patient hat nach einer Therapie auf einer Intensivstation überlebt (H & E, X 200).

Alle diese Substanzen, die z. T. auch im Zigarettenrauch enthalten sind, können in der E-Zigarette annähernd dieselbe Konzentration erreichen wie bei Zigaretteninhalation: Die kalkulierte tägliche Exposition ist 0,38 mg/kg Körpergewicht/Tag für Nikotin, 8,9 mg/kg für Glycerol, 14,5 mg/kg für 1,2-Propan diol, 2,1 mg/kg für Ethylenglykol und unter 0,2 mg/kg für andere Komponenten [26, 32].

■ Pathologische Veränderungen

Die pathologischen Veränderungen beim E-Zigarettenrauchen sind derzeit noch sehr selten erhoben worden. Unser Wissen kommt hauptsächlich aus Autopsien und einigen Befunden von Biopsien von Patienten auf Intensivstationen – das heißt, wir kennen nur Veränderungen von schweren Erkrankungsverläufen. In der überwiegenden Mehrzahl der berichteten Fälle wurden cannabishaltige E-Zigaretten verwendet, die in Europa bislang nicht in dem Ausmaß üblich sind. Hier ist sicher noch ein Nachholbedarf gegeben.

Die häufigsten Befunde berichten über „diffuse alveolar damage“ (akute interstitielle Pneumonie) und die Organisation dieser Alveolarzerstörung in der Form einer organisierenden Pneumonie (Abb. 2, 3) [1, 6, 33–35]. Eine weitere häufige Veränderung ist eine Lipidpneumonie, wahrscheinlich bedingt durch die lipidhaltigen Inhaltsstoffe (Abb. 4) [8]. Deutlich seltener wurden eine akut fibrinöse und organisierende Pneumonie (AFOP) und eine Eosinophilenpneumonie gefunden (Abb. 5, 6) [34, 36]. Ein Teil dieser Veränderungen lässt sich auch in der bronchoalveolären Lavage nachweisen (Abb. 7). Auch bei derzeit symptomlosen E-Zigarettenrauchern wurden schon Veränderungen festgestellt: In einer BAL-Studie konnte eine Verminderung von Surfactant A nachgewiesen werden, weiters eine Verminderung der Abwehr von Bakterien, die experimentell eingebracht wurden [37].

Zu den Langzeitfolgen gibt es naturgemäß noch keine verlässlichen Daten. Da wie oben ausgeführt in den Inhaltsstoffen oder den Metaboliten auch Kanzerogene enthalten sind, ist auch mit der Entstehung von Karzinomen zu rechnen. Die Aktivierung von ROS und Freisetzung von inflammatorischen Zytokinen dürfte zu Erkrankungen wie Emphysem/COPD und chronischer Bronchitis/Bronchiolitis beitragen [31]. Da für alle diese

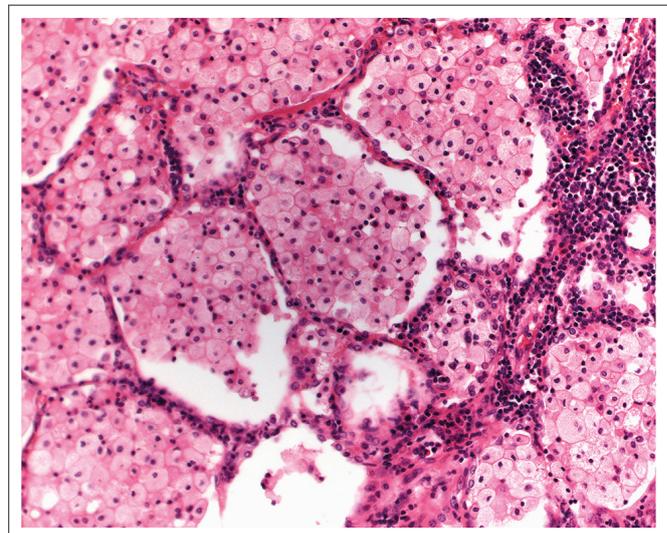


Abbildung 4: Lipidpneumonie bei EVALI, transbronchiale Biopsie (H & E, X 400)

Erkrankungen aber eine lange Vorlaufzeit bekannt ist, werden wir erst nach Jahren mehr wissen. Ein anderer Faktor ist jedoch das junge Alter der E-Zigarettenraucher: Dies könnte zu einer verkürzten Latenzzeit beitragen.

■ Diskussion

Das Rauchen von E-Zigaretten hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen, insbesondere in der jüngeren Bevölkerung. Dazu beigetragen hat die Werbung, die suggerierte, dass diese Art des Rauchens weniger schädlich sei. Ausgehend von den ersten Berichten aus den USA ist aber mittlerweile klar, dass dem nicht so ist. Todesfälle mit durchwegs jungen Patienten haben ein Bewusstsein für die Gefährlichkeit und Schädlichkeit der E-Zigarette herbeigeführt.

Dies hat auch zu experimentellen Untersuchungen geführt, wodurch wir heute erste wissenschaftliche Daten über die Effekte der E-Zigarette haben. Eine Vielzahl von Substanzen wirkt toxisch auf den Respirationstrakt. Dazu kommen Modifikationen der zugesetzten Süßstoffe, Aromastoffe und auch unterschiedliche Anteile von Nikotin, die ihrerseits Auswirkungen auf Toxizität und Kanzerogenität haben.

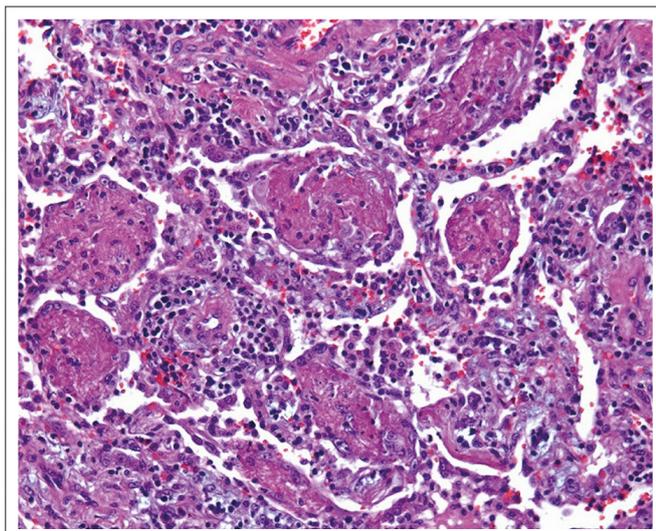


Abbildung 5: Akut fibrinöse und organisierende Pneumonie (AFOP), eine Form der akuten Pneumonie (H & E, X 200)

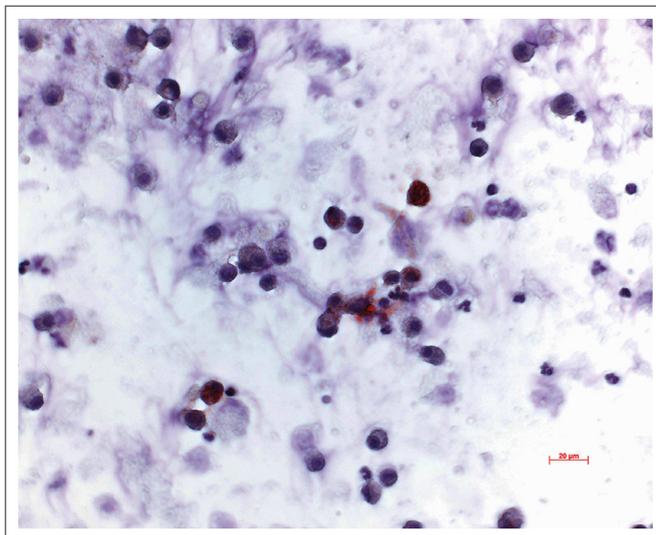


Abbildung 7: BAL mit Lipophagen als Hinweis auf Lipidpneumonie (H & E, Bar 20 µm)

Ein weiterer Faktor ist die unterschiedliche Anwendung: Hitze, Voltage, Flüssigkeitsvolumen, die zu unterschiedlichen Konzentrationen der Inhaltsstoffe führen können. Wenngleich bisherige Befunde nahelegen, dass vor allem cannabishaltige E-Zigaretten besonders zu schweren respiratorischen Krankheitsbildern führen können, so sind auch Fälle bekannt geworden, bei denen auch nicht-cannabishaltige E-Zigaretten derartige Zustände auslösen können [1, 3, 35, 38, 39]. Auch bei E-Zigarettenrauchern, die derzeit keine Symptome aufweisen, ist eine Schädigung des Atemtrakts bereits anzunehmen.

■ Interessenkonflikt

Es besteht kein Interessenkonflikt des Autors.

■ Danksagung

Die Abbildungen 2, 5, 6 verdanke ich Henry Tazelaar, Mayo Clinic Scottsdale, AZ.

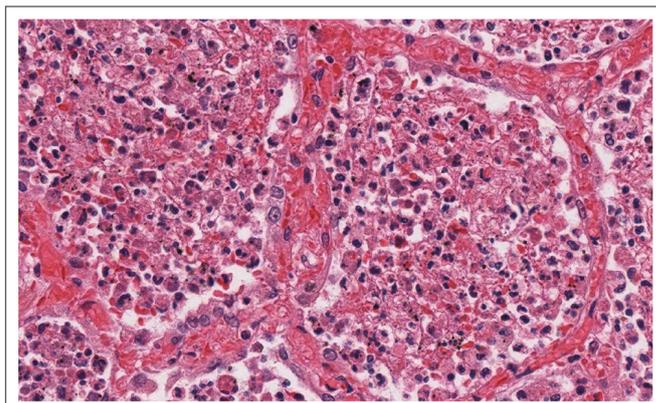


Abbildung 6: Eosinophilenpneumonie, einer der seltenen Befunde bei EVALI (H & E, X 400)

Literatur:

- Mukhopadhyay S, Mehrad M, Dammert P, Arrossi AV, Sarda R, Brenner DS, et al. Lung biopsy findings in severe pulmonary illness associated with e-cigarette use (vaping). *Am J Clin Pathol* 2020; 153: 30–9.
- Perrine CG, Pickens CM, Boehmer TK, King BA, Jones CM, DeSisto CL, et al. Characteristics of a multistate outbreak of lung injury associated with e-cigarette use, or vaping – United States, 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2019; 68: 860–4.
- Butt YM, Smith ML, Tazelaar HD, Vaszar LT, Swanson KL, Cecchini MJ, et al. Pathology of vaping-associated lung injury. *N Engl J Med* 2019; 381: 1780–1.
- Moritz ED, Zapata LB, Lekiachvili A, Glidden E, Annor FB, Werner AK, et al. Update: Characteristics of patients in a national outbreak of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injuries – United States, October 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2019; 68: 985–9.
- Burstyn I. Peering through the mist: systematic review of what the chemistry of contaminants in electronic cigarettes tells us about health risks. *BMC Public Health* 2014; 14: 18.
- Khan MS, Khateeb F, Akhtar J, Khan Z, Lal A, Kholodovych V, et al. Organizing pneumonia related to electronic cigarette use: A case report and review of literature. *Clin Respir J* 2018; 12: 1295–9.
- Viswam D, Trotter S, Burge PS, Walters GI. Respiratory failure caused by lipoid pneumonia from vaping e-cigarettes. *BMJ Case Rep* 2018; 2018.
- Sommerfeld CG, Weiner DJ, Nowalk A, Larkin A. Hypersensitivity pneumonitis and acute respiratory distress syndrome from e-cigarette use. *Pediatrics* 2018; 141: e20163927.
- Davidson K, Brancato A, Heetderks P, Mansour W, Matheis E, Nario M, et al. Outbreak of electronic-cigarette-associated acute lipoid pneumonia – North Carolina, July–August 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2019; 68: 784–6.
- Marlière C, De Greef J, Gohy S, Hoton D, Vallemacq P, Jacquet LM, et al. Fatal e-cigarette or vaping associated lung injury (EVALI): a first case report in Europe. *Eur Respir J* 2020; 56: 2000077.
- Villeneuve T, Prevot G, Le Borgne A, Colombat M, Collot S, Ruiz S, et al. Diffuse alveolar haemorrhage secondary to e-cigarette „vaping“ associated lung injury (EVALI) in a young European consumer. *Eur Respir J* 2020; 56: 2000143.
- Marynak KL, Gammon DG, Rogers T, Coats EM, Singh T, King BA. Sales of nicotine-containing electronic cigarette products: United States, 2015. *Am J Public Health* 2017; 107: 702–5.
- Goniewicz ML, Gawron M, Smith DM, Peng M, Jacob P, 3rd, Benowitz NL. Exposure to nicotine and selected toxicants in cigarette smokers who switched to electronic cigarettes: a longitudinal within-subjects observational study. *Nicotine Tob Res* 2017; 19: 160–7.
- Yingst JM, Foulds J, Veldheer S, Hrabovsky S, Trushin N, Eissenberg TT, et al. Nicotine absorption during electronic cigarette use among regular users. *PLoS One* 2019; 14: e0220300.
- Voos N, Goniewicz ML, Eissenberg T. What is the nicotine delivery profile of electronic cigarettes? *Expert Opin Drug Deliv* 2019; 16: 1193–203.
- Gaur S, Agnihotri R. Health effects of trace metals in electronic cigarette aerosols – a systematic review. *Biol Trace Elem Res* 2019; 188: 295–315.
- Chung S, Baumin N, Dennis JS, Moore R, Salathe SF, Whitney PL, et al. Electronic cigarette vapor with nicotine causes airway mucociliary dysfunction preferentially via TRPA1 receptors. *Am J Respir Crit Care Med* 2019; 200: 1134–45.
- Chand HS, Muthumalage T, Maziak W, Rahman I. Pulmonary toxicity and the pathophysiology of electronic cigarette, or vaping product, use associated lung injury. *Front Pharmacol* 2019; 10: 1619.
- Muthumalage T, Friedman MR, McGraw MD, Ginsberg G, Friedman AE, Rahman I. Chemical constituents involved in e-cigarette, or vaping product use-associated lung injury (EVALI). *Toxics* 2020; 8: 25.
- Meehan-Atrash J, Strongin RM. Pine rosin identified as a toxic cannabis extract adulterant. *Forensic Sci Int* 2020; 312: 110301.
- Muthumalage T, Lucas JH, Wang Q, Lamb T, McGraw MD, Rahman I. Pulmonary toxicity and inflammatory response of e-cigarette vape cartridges containing medium-chain triglycerides oil and vitamin e acetate: implications in the pathogenesis of EVALI. *Toxics* 2020; 8: 46.
- Etter JF. Electronic cigarettes and cannabis: an exploratory study. *Eur Addict Res* 2015; 21: 124–30.
- Papaefstathiou E, Stylianou M, Agapiou A. Main and side stream effects of electronic cigarettes. *J Environ Manage* 2019; 238: 10–7.
- Erythropel HC, Jabba SV, DeWinter TM, Mendizabal M, Anastas PT, Jordt SE, et al. Formation of flavorant-propylene glycol adducts with novel toxicological properties in chemically unstable e-cigarette liquids. *Nicotine Tob Res* 2019; 21: 1248–58.
- Cao DJ, Aldy K, Hsu S, McGetrick M, Verbeck G, De Silva I, et al. Review of health consequences of electronic ciga-

rettes and the outbreak of electronic cigarette, or vaping, product use-associated lung injury. *J Med Toxicol* 2020; 16: 295–310.

26. Goniewicz ML, Smith DM, Edwards KC, Blount BC, Caldwell KL, Feng J, et al. Comparison of nicotine and toxicant exposure in users of electronic cigarettes and combustible cigarettes. *JAMA Netw Open* 2018; 1: e185937.

27. Narimani M, da Silva G. Does „dry hit“ vaping of vitamin E acetate contribute to EVALI? Simulating toxic ketene formation during e-cigarette use. *PLoS One* 2020; 15: e0238140.

28. Bhat TA, Kalathil SG, Bogner PN, Blount BC, Goniewicz ML, Thanavala YM. An animal model of inhaled vitamin E acetate and EVALI-like lung injury. *N Engl J Med* 2020; 382: 1175–7.

29. Holden LL, Truong L, Simonich MT, Tanguay RL. Assessing the hazard of E-Cigarette flavor mixtures using zebrafish. *Food Chem Toxicol* 2020; 136: 110945.

30. Canistro D, Vivarelli F, Cirillo S, Babot Marquillas C, Buschini A, Lazzaretti M, et al. E-cigarettes induce toxicological effects that can raise the cancer risk. *Sci Rep* 2017; 7: 2028.

31. Higham A, Bostock D, Booth G, Dungwa JV, Singh D. The effect of electronic cigarette and tobacco smoke exposure on COPD bronchial epithelial cell inflammatory responses. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2018; 13: 989–1000.

32. Floyd EL, Queimado L, Wang J, Regens JL, Johnson DL. Electronic cigarette power affects count concentration and particle size distribution of vaping aerosol. *PLoS One* 2018; 13: e0210147.

33. Thirion-Romero I, Perez-Padilla R, Zabert G, Barrientos-Gutierrez I. Respiratory impact of electronic cigarettes and „low-risk“ tobacco. *Rev Invest Clin* 2019; 71: 17–27.

34. Panse PM, Feller FF, Butt YM, Smith ML, Larsen BT, Tazelaar HD, et al. Radiologic and pathologic correlation in EVALI. *AJR Am J Roentgenol* 2020; 215: 1057–64.

35. Reagan-Steiner S, Gary J, Matkovic E, Ritter JM, Shieh WJ, Martinez RB, et al. Pathological findings in suspected cases of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury (EVALI): a case series. *Lancet Respir Med* 2020; 8: 1219–32.

36. 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: 491–505.

37. Ghosh A, Ahmad S, Coakley RD, Sassano MF, Alexis NE, Tarran R. Lipid laden macrophages are not unique to EVALI patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2021; 203: 1030–3.

38. Flower M, Nandakumar L, Singh M, Wyld D, Windsor M, Fielding D. Respiratory bronchiolitis-associated interstitial lung disease secondary to electronic nicotine delivery system use confirmed with open lung biopsy. *Respirol Case Rep* 2017; 5: e00230.

39. Smith ML, Gotway MB, Crotty Alexander LE, Hariri LP. Vaping-related lung injury. *Virchows Arch* 2021; 478: 81–8.

Akkreditierter ärztlicher Herausgeber:

Klinik Floridsdorf, Abteilung für Innere Medizin, Pneumologie und Intensivmedizin, Wien

Lecture Board:

Prof. Dr. Manfred Neuberger, Wien
PD Dr. Angela Zacharasiewicz, Wien

DFP online Literaturstudium

Entsprechend dem Fortbildungsgedanken des Journals für Pneumologie Online werden approbierte Fachartikel zur Erlangung von DFP- (Diplom-Fortbildungs-Programm-) Punkten (Österreich) der „Akademie der Ärzte“ publiziert.



Ein Service der ÖÄK und der Österreichischen Akademie der Ärzte

Über uns Kontakt

Suche OK



Aktuelles

E-Learning

DFP-Konto

SERVICE: SUPPORT(AT)MEINDFP.AT

E-Learning » Fortbildungen » Detail

E-Learning

- » Fortbildungen
- » Statistik

DFP-Konto

- » Übersicht
- » Kontodetails
- » Punkte buchen
- » Diplome

Die E-Zigarette, die Alternative zum Zigarettenrauchen?

AUTOR
Prof. Dr. Helmut
Popper, Graz

[Abmelden](#)

Dr. Max Mustermann

Arztnummer: t68880-30

[Stammdaten ändern](#)

[Übersicht](#)

1. Welche toxischen Substanzen können im E-Zigarettenrauch gefunden werden?

Kreuze die Substanzen an, die nicht im Aerosol vorkommen:

a) Nikotin, b) Kadmium, c) Bor, d) Benzen, e) Niacin, f) Azetaldehyd

2. Haben die im E-Zigarettenrauch enthaltenen Cannabinoide eine ...

- a) narkotische,
- b) psychodelische oder
- c) sonstige psychologische Wirkung?

3. Metaboliten der Inhaltsstoffe sind toxisch ...

- a) für den Respirationstrakt.
- b) für das kardiovaskuläre System.
- c) für den Gastrointestinaltrakt.

4. Welche Krankheitsverläufe werden bei E-Zigarettenkonsum beobachtet?

Kreuze Zutreffendes an.

- a) Akutes respiratorisches Versagen (ARDS)
- b) Granulomatöse Pneumonie
- c) Lipidpneumonie
- d) Symptomlos
- e) Karzinomentstehung
- f) Bronchiolitis
- g) Langerhanszellhistiozytose

Schnelleinstieg

- » Fortbildungen suchen
- » Veranstaltungen
- » E-Learning Angebot
- » ÖÄK-Arztnummer abfragen

Den Test zur Erlangung der DFP-Punkte finden Sie unter

<http://www.meindfp.at>

Bitte halten Sie Ihr „meindfp“-Passwort bereit.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)