

IMPACTO DA VAPORIZAÇÃO DE CIGARROS ELETRÔNICOS NA SAÚDE CARDIOVASCULAR E ESTRESSE OXIDATIVO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/08/2024

Clara Bourgeois Franco

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

Danielle Abbud Backer

Universidade de Vassouras
Vassouras - Rio de Janeiro

PALAVRAS-CHAVE: Vaping; cigarro; sistema cardiocascular.

IMPACT OF ELECTRONIC CIGARETTE VAPING ON CARDIOVASCULAR HEALTH AND OXIDATIVE STRESS: A LITERATURE REVIEW

RESUMO: Os cigarros eletrônicos (CEs) são dispositivos que vaporizam líquidos contendo nicotina e outros compostos. Embora inicialmente considerados menos prejudiciais que os cigarros de tabaco, estudos recentes levantam preocupações sobre sua segurança cardiovascular. A exposição ao vapor de CE com nicotina pode aumentar a pressão arterial, a frequência cardíaca e a formação de trombos plaquetários. Além disso, compostos nos e-líquidos podem produzir substâncias tóxicas. Intervenções e mudanças no estilo de vida têm impactos positivos na saúde vascular, mas a moralização dos CEs pode afetar a confiança nas evidências científicas. Mensagens neutras e informativas são essenciais para formular políticas eficazes. Em resumo, embora os CEs possam ter benefícios potenciais, é crucial abordar suas implicações cardiovasculares com cautela, promovendo uma abordagem equilibrada baseada em evidências na saúde pública.

ABSTRACT: Electronic cigarettes (ECs) are devices that vaporize liquids containing nicotine and other compounds. Although initially considered less harmful than tobacco cigarettes, recent studies raise concerns about their cardiovascular safety. Exposure to EC vapor with nicotine can increase blood pressure, heart rate, and platelet thrombus formation. Additionally, compounds in e-liquids can produce toxic substances. Interventions and lifestyle changes have positive impacts on vascular health, but moralizing ECs can affect trust in scientific evidence. Neutral and informative messages are essential for formulating effective policies. In summary, while ECs may have potential benefits, addressing their cardiovascular implications with caution is crucial, promoting a balanced, evidence-based approach in public health.

KEYWORDS: *Vaping; cigarette; Cardiovascular System.*

INTRODUÇÃO

Os cigarros eletrônicos (CEs) têm ganhado popularidade como uma alternativa ao tabagismo tradicional. Compostos por uma bateria, um cartucho/tanque com líquido (e-líquido) e um atomizador, os CEs vaporizam uma mistura de propilenoglicol (PG), glicerol (GLY), aromatizantes e, frequentemente, nicotina. A vaporização de alta potência, como no vaping sub-ohm, é preferida pelos usuários regulares, aumentando a produção de calor e aerossóis. Embora os CEs sejam considerados uma opção menos prejudicial que os cigarros de tabaco, permanecem incertezas sobre sua segurança a longo prazo. Conselhos contraditórios de vários órgãos de saúde pública em todo o mundo sobre a utilização desses dispositivos têm gerado falta de clareza para os decisores políticos e o público em geral (GEORGE J, et al. 2019) (CHAUMONT M, et al. 2019) (ANTONIEWICZ L, et al. 2019) (CHAUMONT M, et al. 2018).

Estes estudos sugeriam que a vaporização de CEs pode ser menos danoso do que fumar tabaco, porém estudos atuais apontam para a mesma ou até maior danosidade. No entanto, a segurança a longo prazo desses dispositivos, especialmente em pacientes com doenças estabelecidas, permanece incerta. Estudos têm demonstrado disfunção endotelial, desequilíbrio do estresse oxidativo e aumento da rigidez arterial após vaporização de CE com nicotina. A nicotina, um alcaloide presente nos CEs, aumenta a pressão arterial, a frequência cardíaca e induz vasoconstrição, podendo contribuir para eventos cardiovasculares agudos na presença de doença cardiovascular. Além disso, os compostos PG e GLY, presentes nos e-líquidos, podem produzir carbonilas quando vaporizados em alta potência, possivelmente exercendo um efeito tóxico no sistema cardiovascular (CHAUMONT M, et al. 2019) (CHAUMONT M, et al. 2018).

Os cigarros eletrônicos (CEs) são considerados uma classe de produtos de tabaco que usam uma bateria para aquecer e aerossolizar líquidos, geralmente contendo nicotina, que são inalados pelos usuários. Embora o aerossol de CE contenha menos substâncias tóxicas do que a fumaça dos cigarros de tabaco combustível, ainda há muito que permanece desconhecido sobre esses produtos. A *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA começou a formular um plano regulatório para os CEs, avaliando as evidências sobre os danos e benefícios desses dispositivos e sua influência na saúde pública. Estudos têm demonstrado que os CEs podem ter impacto na função pulmonar e em outros marcadores de saúde, como pressão arterial, pulso, monóxido de carbono exalado (CO) e peso. No entanto, a interpretação desses estudos em termos de danos é limitada pela falta de consideração das estimativas de exposição ao cigarro e ao uso de CEs durante os estudos (VELDHEER S, et al. 2019).

Estima-se que o tabagismo explique quase 90% do risco de câncer de pulmão em homens e 70% a 80% em mulheres, sendo responsável por aproximadamente 140.000 mortes prematuras anualmente devido a doenças cardiovasculares. O estresse oxidativo

desempenha um papel importante nos efeitos nocivos do tabagismo, induzindo a produção de espécies reativas de oxigênio e enfraquecendo os sistemas de defesa antioxidante. Os CEs nos estudos mencionado, foi considerados uma alternativa menos prejudicial aos cigarros de tabaco, mas sua segurança a longo prazo permanece incerta. Uma nova geração de cigarros aquecidos e não queimados foi lançada recentemente, aquecendo um stick de tabaco descartável sem combustão, fogo, cinzas ou fumaça. No entanto, este novo dispositivo precisa ser totalmente examinado em estudos clínicos, particularmente no sistema cardiovascular (BIONDI-ZOCCAI G, et al. 2019) (CHAUMONT M, et al. 2018).

Os estudos sobre os efeitos dos CEs na saúde têm apresentado resultados contraditórios. Enquanto alguns demonstram quantidades mais baixas de biomarcadores para estresse oxidativo e carcinógenos em usuários crônicos de CEs em comparação com fumantes, outros mostram dilatação mediada por fluxo prejudicada e um aumento nos biomarcadores para estresse oxidativo após exposição ao aerossol de CE com nicotina. Além disso, a exposição ao aerossol de CE foi associada a aumento da obstrução das vias aéreas e ao óxido nítrico exalado fracionado, um marcador de inflamação das vias aéreas. A avaliação da função pulmonar e outros resultados de saúde sem incluir medidas da quantidade de exposição ao cigarro e ao uso de CEs deixa os pesquisadores com evidências inadequadas para resolver o debate sobre o impacto do uso de CEs na redução de danos (ANTONIEWICZ L, et al. 2019) (VELDHEER S, et al. 2019).

Em resumo, os cigarros eletrônicos (CEs) representam uma alternativa controversa ao tabagismo tradicional, com estudos apresentando resultados conflitantes sobre seus efeitos na saúde. Enquanto alguns estudos sugerem que os CEs podem ser menos prejudiciais que os cigarros de tabaco, especialmente no que diz respeito à função pulmonar e ao estresse oxidativo, há preocupações sobre os efeitos cardiovasculares da nicotina e outros componentes dos e-líquidos. A regulação dos CEs tem sido objeto de debate, com agências de saúde pública em todo o mundo enfrentando o desafio de equilibrar a promoção da cessação do tabagismo com a proteção da saúde pública. Pesquisas adicionais são necessárias para entender melhor os efeitos dos CEs a curto e longo prazo, especialmente em comparação com os cigarros de tabaco, a fim de informar políticas de saúde eficazes (GONZALEZ JE, et al. 2020) (IP M, et al. 2020). O objetivo do estudo visa preencher espaços existentes no conhecimento sobre os CEs, fornecendo dados robustos para orientar decisões políticas e de saúde pública em relação ao uso desses dispositivos como alternativas ao tabagismo tradicional.

METODOLOGIA

O projeto se trata de uma revisão integrativa, um estudo retrospectivo e secundário. As plataformas escolhidas para a pesquisa foram o National Library of Medicine (PubMed) e a Biblioteca Virtual em Saúde - portal regional. Os descritores procurados nas bases de dados foram “Vaping”, “Cardiovascular System” utilizando o operador booleano “AND”. A revisão integrativa se iniciou pela escolha do tema seguido da definição de critérios de inclusão e exclusão; extração de informações dos artigos selecionados nas bases de pesquisa e avaliação dessas informações; interpretação dos resultados (MENDES KD, et al. 2008). Foram selecionados artigos dos últimos 5 anos (2019-2024), do tipo ensaio clínico controlado e estudo observacional. Foram excluídos artigos que fugiam ao tema, artigos pagos e artigos não disponíveis.

RESULTADOS

A busca utilizando os descritores e o operador booleano resultou em um total de 291 artigos sendo 115 situados na base de dados National Library of Medicine (PubMed) e 176 situados no Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde. Após utilizados os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 10 artigos, dos quais 9 se encontram na BVS-Portal regional e 1 no PubMed, conforme demonstrado na figura 1.

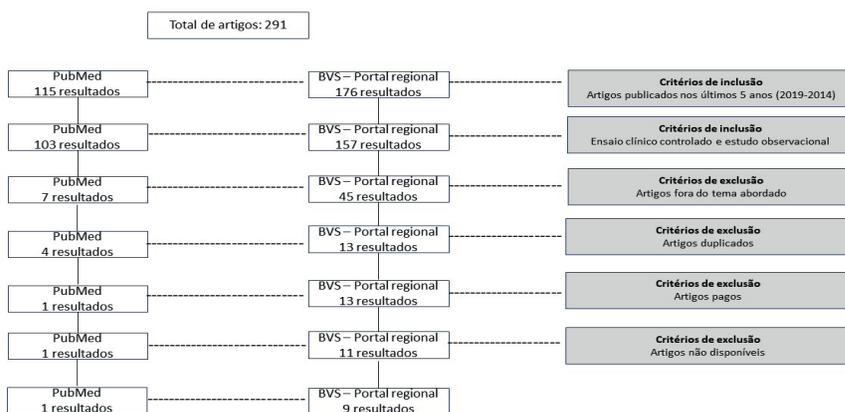


Figura 1. Fluxograma dos critérios utilizados para a seleção dos artigos realizada nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde – Portal Regional.

Fonte: autor (2024)

Autor	Ano	Resultado
Lyytinen G, et al.	2023	A temperatura da pele diminuiu significativamente após a exposição em ambos os grupos. A frequência cardíaca aumentou significativamente após a exposição ao aerossol de cigarro eletrônico com nicotina e permaneceu alterada. A pressão arterial sistólica aumentou significativamente após a exposição à nicotina. A formação de trombos plaquetários aumentou após a exposição à nicotina, indicando maior trombogenicidade plaquetária. A reatividade microvascular não mostrou diferença significativa no pico de perfusão entre os grupos de nicotina e não nicotina.
Belkin S, et al.	2023	Os resultados mostram que cigarros, cigarros eletrônicos e produtos de tabaco aquecido aumentaram os leucócitos e linfócitos. A inflamação também aumentou após a exposição, indicando disfunção endotelial e maior risco cardiovascular, corroborando com o aumento da rigidez arterial.
Klonizakis M, et al.	2022	No acompanhamento de 3 e 6 meses, mostrou uma melhora em relação ao valor basal em todos os três. Da mesma forma, ACh, SNP e PAM melhoraram significativamente em relação ao valor basal em todos os grupos, tanto aos 3 como aos 6 meses.
Fetterman JL, et al.	2020	O estudo examinou a associação do uso de cigarro eletrônico com a função vascular e tonometria em pessoas sem doença cardiovascular conhecida. Os fumantes de cigarros tradicionais mostraram maior rigidez arterial, enquanto os usuários exclusivos de cigarros eletrônicos não apresentaram diferenças significativas em relação aos não fumantes.
Arastoo S, et al.	2020	O estudo analisou o uso de cigarros eletrônicos (CE) e tabaco combustível (TC) em relação à função vascular e hemodinâmica. Não foram encontradas diferenças significativas na função cardíaca autônoma entre os grupos. O uso agudo de CE com nicotina resultou em aumentos significativos na pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e frequência cardíaca (FC), correlacionados com os níveis plasmáticos de nicotina. O uso agudo de TC também resultou em aumentos significativos na PAS, PAD, PAM e FC, superiores aos observados com o uso de CE com nicotina.
Haptonstall KP, et al.	2020	O estudo examinou os efeitos do uso de cigarros eletrônicos (CE) e tabaco combustível (TC) na função vascular e hemodinâmica. Não foram observadas diferenças significativas na função vascular entre não fumantes, vapers crônicos de CE e fumantes crônicos de TC. Ambos os grupos de fumantes apresentaram aumentos significativos na pressão arterial e frequência cardíaca após o uso agudo, com correlação positiva entre os níveis plasmáticos de nicotina e essas alterações.
Benowitz NL, et al.	2020	A frequência cardíaca média foi ainda maior com CS em comparação com CE. Não foram observadas diferenças significativas nos níveis de catecolaminas urinárias, 8-isoprostano e 11-dehidro-tromboxano B2, mas os níveis de interleucina-6 (IL-6) e interleucina-8 (IL-8) plasmáticas foram maiores tanto com CS quanto com CE em comparação com nenhum produto de tabaco.
Gonzalez JE, et al.	2020	Os resultados mostram que o uso agudo de cigarro eletrônico aumenta a pressão arterial média, levando a uma inibição da ANSM mediada pelo barorreflexo.
Antoniewicz L, et al.	2019	Quinze fumantes saudáveis foram estudados após exposição ao cigarro eletrônico com e sem nicotina. Ambas as exposições causaram aumento significativo na pressão arterial e frequência cardíaca, enquanto a exposição com nicotina também aumentou a rigidez vascular. Houve alterações na função pulmonar e nos gases respiratórios após ambas as exposições.

Biondi-Zoccai G, et al.	2019	Após análise, 15 participantes saudáveis foram incluídos. A exposição aos dispositivos de fumaça aumentou significativamente o estresse oxidativo e a ativação plaquetária, resultando em disfunção endotelial e redução nos níveis de vitamina E. Os produtos foram comparados, mostrando diferenças nas respostas biológicas.
--------------------------------	------	---

QUADRO 1: Principais conclusões obtidas com os artigos relacionados aos efeitos no sistema cardiovascular induzidos por cigarros eletrônicos e conscientização.

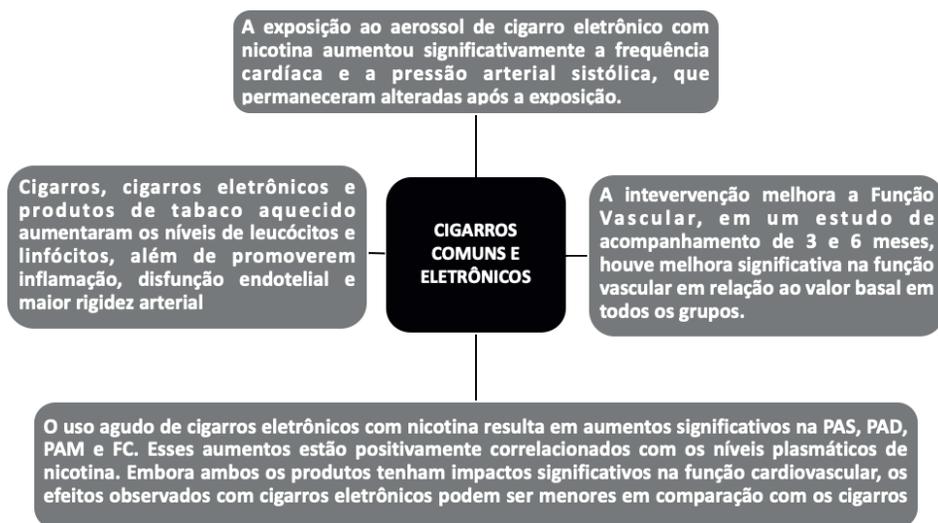


FIGURA 2: Síntese dos resultados mais encontrados de acordo com os artigos analisados.

DISCUSSÃO

A exposição a mensagens moralizantes de saúde pública em campanhas anti-vaping pode minar a confiança em futuros estudos científicos, o que é importante para decisões políticas baseadas em evidências explícitas. A rejeição pública de resultados científicos pode ter consequências adversas na saúde pública e na confiança na ciência, especialmente em um contexto de aumento do ceticismo científico (Evans WD, et al. 2024).

Os resultados indicam que a exposição a mensagens moralizantes pode condicionar a confiança dos participantes em estudos científicos, sugerindo que a avaliação da confiabilidade dos resultados científicos pode ser influenciada por considerações morais, em vez de mérito científico. Isso destaca a necessidade de abordagens equilibradas e baseadas em evidências na formulação de políticas relacionadas ao uso de CEs. A exposição a mensagens neutras de saúde pública resultou em maior confiança nos resultados científicos fictícios sobre a vaporização, comparado com a exposição a mensagens que moralizavam a vaporização. Isso destaca a importância de mensagens objetivas e informativas em campanhas de saúde pública relacionadas ao uso de CEs (Llanes KD, et al. 2023) (Salmani B, et al. 2023).

A moralização da atitude em relação à vaporização pode levar a falácias lógicas e visões polarizadas, o que pode prejudicar o desenvolvimento de políticas eficazes em relação ao uso de CEs. A necessidade de abordagens equilibradas e baseadas em evidências é enfatizada, especialmente ao considerar soluções intermediárias para questões complexas, como a regulamentação dos CEs. O estudo com adolescentes dos EUA revelou que os anúncios de prevenção ao vaping tiveram efeitos significativos nas crenças dos jovens sobre o vaping e o tabagismo, fornecendo insights importantes para campanhas de prevenção ao uso de CEs. Esses resultados podem ser úteis para orientar políticas públicas relacionadas ao uso de CEs entre os jovens. (DeAtley T, et al. 2023; Sawyer LE, et al. 2023).

A análise dos dados científicos sobre o impacto cardiovascular dos cigarros eletrônicos com nicotina destaca preocupações significativas em relação à saúde cardiovascular associadas a esses dispositivos. Estudos mostraram que a exposição ao aerossol de cigarro eletrônico com nicotina resultou em aumentos significativos na frequência cardíaca e na pressão arterial sistólica, com essas alterações persistindo após a exposição. Além disso, a formação de trombos plaquetários aumentou, indicando maior trombogenicidade plaquetária. Esses achados sugerem que os cigarros eletrônicos com nicotina podem aumentar o risco de eventos cardiovasculares agudos (Lyytinen G, et al. 2023).

Além do impacto cardiovascular direto, os cigarros eletrônicos também foram associados a aumentos na inflamação e disfunção endotelial, fatores que contribuem para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Estudos mostraram que o uso de cigarros eletrônicos, juntamente com outros produtos de tabaco, resultou em aumento dos níveis de leucócitos e linfócitos, além de promoverem inflamação, disfunção endotelial e maior rigidez arterial. Esses efeitos estão em linha com o aumento do risco cardiovascular associado ao uso desses produtos (Belkin S, et al. 2023).

Por outro lado, intervenções e mudanças no estilo de vida podem ter impactos positivos na saúde vascular. Em um estudo de acompanhamento de 3 e 6 meses, observou-se uma melhora significativa na função vascular em todos os grupos analisados. Parâmetros como a resposta à acetilcolina (ACh), nitroprussiato de sódio (SNP) e pressão arterial média (PAM) mostraram melhorias tanto aos 3 como aos 6 meses, sugerindo que mudanças no estilo de vida podem ter efeitos benéficos na saúde vascular (Klonizakis M, et al. 2022).

Comparativamente, os efeitos agudos dos cigarros eletrônicos com nicotina em relação ao tabaco combustível também foram investigados. Estudos demonstraram que o uso agudo de cigarros eletrônicos com nicotina resultou em aumentos significativos na pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e frequência cardíaca (FC). Esses efeitos foram correlacionados positivamente com os níveis plasmáticos de nicotina, indicando que os cigarros eletrônicos com nicotina podem ter impactos significativos na

função cardiovascular, embora possam apresentar menores aumentos em comparação com os cigarros de tabaco combustível (Arastoo S, et al. 2020; Haptonstall KP, et al. 2020).

Em resumo, os dados científicos disponíveis indicam que os cigarros eletrônicos com nicotina têm um impacto significativo na saúde cardiovascular, aumentando o risco de eventos cardiovasculares agudos e contribuindo para a inflamação e disfunção endotelial. No entanto, intervenções e mudanças no estilo de vida podem ter efeitos benéficos na saúde vascular, destacando a importância de abordagens holísticas na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares associadas ao uso de cigarros eletrônicos. Essas intervenções fornecem uma base sólida para a discussão sobre o uso de CEs como alternativas ao tabagismo tradicional, destacando a importância de mensagens equilibradas e baseadas em evidências em campanhas de saúde pública e políticas relacionadas aos CEs. A análise dessas intervenções pode orientar decisões políticas e de saúde pública, fornecendo dados robustos e insights sobre os impactos das mensagens de prevenção ao vaping e a moralização da atitude em relação aos CEs.

CONCLUSÃO

Os cigarros eletrônicos (CEs) representam uma área de intensa pesquisa e debate, especialmente em relação aos seus efeitos na saúde cardiovascular e à sua eficácia como alternativa ao tabagismo tradicional. Enquanto estudos iniciais sugeriam que os CEs poderiam ser menos prejudiciais que os cigarros de tabaco, evidências recentes têm levantado preocupações sobre seu impacto cardiovascular. A exposição ao aerossol de cigarro eletrônico com nicotina demonstrou aumentar a frequência cardíaca, a pressão arterial sistólica e a formação de trombos plaquetários, indicando maior trombogenicidade plaquetária. A presença de nicotina nos CEs também levanta preocupações, uma vez que a nicotina pode aumentar a pressão arterial, a frequência cardíaca e induzir vasoconstrição, contribuindo para eventos cardiovasculares agudos, especialmente em pacientes com doença cardiovascular estabelecida. Além disso, os compostos propilenoglicol (PG) e glicerol (GLY) presentes nos e-líquidos dos CEs podem produzir substâncias tóxicas quando vaporizados em alta potência, exercendo possivelmente um efeito tóxico no sistema cardiovascular. Por outro lado, intervenções e mudanças no estilo de vida têm demonstrado impactos positivos na saúde vascular, sugerindo que abordagens holísticas podem ser eficazes na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares associadas ao uso de cigarros eletrônicos. Estudos mostraram melhora significativa na função vascular em resposta a intervenções e mudanças no estilo de vida, destacando a importância de tais abordagens na promoção da saúde cardiovascular. A moralização da atitude em relação aos CEs também foi abordada, com evidências sugerindo que mensagens de saúde pública moralizantes podem minar a confiança em futuros estudos científicos. Mensagens neutras e informativas, por outro lado, foram associadas a maior confiança nos resultados

científicos sobre a vaporização, destacando a importância de abordagens equilibradas na formulação de políticas relacionadas ao uso de CEs. Em conclusão, os dados científicos disponíveis destacam a necessidade de uma abordagem cautelosa ao considerar os CEs como uma alternativa ao tabagismo tradicional. Enquanto algumas evidências sugerem benefícios potenciais em relação à função pulmonar e ao estresse oxidativo, preocupações significativas permanecem em relação ao impacto cardiovascular dos CEs. Intervenções baseadas em mudanças no estilo de vida mostraram-se promissoras na promoção da saúde vascular, mas mais pesquisas são necessárias para entender melhor os efeitos dos CEs a longo prazo. A formulação de políticas públicas e de saúde baseadas em evidências é crucial para abordar essas preocupações e promover a saúde cardiovascular da população.

REFERÊNCIAS

Evans WD, et al. **Effects of a Social Media Intervention on Vaping Intentions: Randomized Dose-Response Experiment.** J Med Internet Res. 2024 Mar 12;26:e50741.

Llanes KD, et al. **Young Adults' Perceptions of and Intentions to Use Nicotine and Cannabis Vaporizers in Response to e-Cigarette or Vaping-Associated Lung Injury Instagram Posts: Experimental Study.** J Med Internet Res. 2023 Sep 14;25:e46153.

Salmani B, Prapavessis H. **Using a protection motivation theory framework to reduce vaping intention and behaviour in Canadian university students who regularly vape: A randomized controlled trial.** J Health Psychol. 2023 Aug;28(9):832-845.

DeAtley T et al. **Subjective experiences, contexts, and risk perceptions of very low nicotine content cigarettes and electronic cigarettes among people with depression and anxiety disorders who smoke.** Drug Alcohol Depend. 2023 Mar 1;244:109767.

Sawyer LE, Brandon TH. **Unintended Consequences: Testing the Effects of Adolescent-Targeted Anti-vaping Media Upon Adult Smokers.** Nicotine Tob Res. 2023 Apr 6;25(5):967-974.

Caponnetto P, et al. **Varenicline and counseling for vaping cessation: a double-blind, randomized, parallel-group, placebo-controlled trial.** BMC Med. 2023 Jul 5.

Belkin S, et al. **Impact of Heated Tobacco Products, E-Cigarettes, and Cigarettes on Inflammation and Endothelial Dysfunction.** Int J Mol Sci. 2023;24(11): Published 2023 May 29.

Lyytinen G, et al. **Electronic Cigarette Vaping with Nicotine Causes Increased Thrombogenicity and Impaired Microvascular Function in Healthy Volunteers: A Randomised Clinical Trial.** Cardiovasc Toxicol. 2023;23(7-8):255-264. doi:10.1007/s12012-023-09802-9.

Arhiri L, et al. **Using Moralization as a Persuasion Strategy in Public Health Messages: A Cross-Sectional, Experimental Study on Vaping.** Int J Environ Res Public Health. 2022 Nov 11;19(22):

Noar SM, et al. **Impact of Vaping Prevention Advertisements on US Adolescents: A Randomized Clinical Trial.** JAMA Netw Open. 2022 Oct 3;5(10):e2236370.

Nyilas S, et al. **MRI Shows Lung Perfusion Changes after Vaping and Smoking.** *Radiology.* 2022 Jul;304(1):195-204.

Villanti AC, et al. **Effects of Vaping Prevention Messages on Electronic Vapor Product Beliefs, Perceived Harms, and Behavioral Intentions among Young Adults: A Randomized Controlled Trial.** *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Oct 30;19(21)

Klonizakis M, Gumber A, McIntosh E, Brose LS. Medium- and longer-term cardiovascular effects of e-cigarettes in adults making a stop-smoking attempt: a randomized controlled trial. *BMC Med.* 2022;20(1): Published 2022 Aug 16.

Gonzalez JE, Cooke WH. **Acute effects of electronic cigarettes on arterial pressure and peripheral sympathetic activity in young nonsmokers.** *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2021 Jan 1;320(1):H248-H255.

Ip M, et al. **Tobacco and electronic cigarettes adversely impact ECG indexes of ventricular repolarization: implication for sudden death risk.** *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2020 May 1;318(5).

Haptonstall KP, et al. **Differential effects of tobacco cigarettes and electronic cigarettes on endothelial function in healthy young people.** *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2020;319(3):H547-H556.

Benowitz NL, et al. **Twenty-Four-Hour Cardiovascular Effects of Electronic Cigarettes Compared With Cigarette Smoking in Dual Users.** *J Am Heart Assoc.* 2020;9(23):e017317. doi:10.1161/JAHA.120.017317.

Fetterman JL, et al. **Alterations in Vascular Function Associated With the Use of Combustible and Electronic Cigarettes.** *J Am Heart Assoc.* 2020;9(9):e014570. doi:10.1161/JAHA.119.014570.

George J, et al. **Cardiovascular Effects of Switching From Tobacco Cigarettes to Electronic Cigarettes.** *J Am Coll Cardiol.* 2019 Dec 24;74(25):3112-3120.

Chaumont M et al. **Short halt in vaping modifies cardiorespiratory parameters and urine metabolome: a randomized trial.** *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2020 Feb 1;318(2):L331-L344.

Antoniewicz L, et al. **Acute Effects of Electronic Cigarette Inhalation on the Vasculature and the Conducting Airways.** *Cardiovasc Toxicol.* 2019 Oct;19(5):441-450.

Biondi-Zoccai G, et al. **Acute Effects of Heat-Not-Burn, Electronic Vaping, and Traditional Tobacco Combustion Cigarettes: The Sapienza University of Rome-Vascular Assessment of Proatherosclerotic Effects of Smoking (SUR - VAPES) 2 Randomized Trial.** *J Am Heart Assoc.* 2019 Mar 19;8(6):e010455.

Veldheer S, et al. **Pulmonary and Other health effects of electronic cigarette use among adult smokers participating in a randomized controlled smoking reduction trial.** *Addict Behav.* 2019 Apr; 91:95-101.

Chaumont M, et al. **Differential Effects of E-Cigarette on Microvascular Endothelial Function, Arterial Stiffness and Oxidative Stress: A Randomized Crossover Trial.** *Sci Rep.* 2018 Jul 10;8(1)

Moheimani RS, et al. **Sympathomimetic Effects of Acute E-Cigarette Use: Role of Nicotine and Non-Nicotine Constituents.** *J Am Heart Assoc.* 2017;6(9):e006579. Published 2017 Sep 20.