BRAZILIAN JOURNAL OF IMPLANTOLOGY AND HEALTH SCIENCES

ISSN 2674-8169

Os impactos do cigarro eletrônico no sistema cardiovascular: Uma revisão sistemática

George Vinicius Lima da Silva[1] , Maria Cecília Pimentel Leite Rocha[2]; Marina Rosado Kalume Reis[3]; Isabel Karoline de Sousa Carvalho Costa[4]; Larissa Mendes Rodrigues Ferreira[5]; Raissa Carvalho de Oliveira[6]; Izabelle Alves de Resende[7]; Francisco de Assis Cosme Júnior[8]; Pollyana Soares Lustosa[9]; Fátima Luísa Sousa Coelho[10];

REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: Fumar, uma principal causa evitável de doenças cardiovasculares, persiste apesar da redução nas taxas de tabagismo. Os cigarros eletrônicos (CE) surgem como alternativa, porém sua crescente popularidade gera preocupações devido à falta de dados sobre seus verdadeiros impactos na saúde. A troca para CE levanta questões sobre potenciais benefícios à saúde. **Metodologia**: Os dados foram obtidos por uma revisão sistemática da literatura, usando MEDLINE e Scopus, de 2019 a fevereiro de 2024. Foram selecionados estudos em inglês sobre os impactos cardiovasculares do uso de cigarros eletrônicos, excluindo outros sistemas orgânicos e tipos específicos de documentos. **Resultados e discussão**: As pesquisas indicam que os cigarros eletrônicos geram uma resposta simpática semelhante à dos cigarros tradicionais (CT), aumentando a pressão arterial e a frequência cardíaca. A exposição ao vapor de CE com nicotina está relacionada ao aumento da trombogenicidade e à alteração na função microvascular. Mudanças na função vascular são observadas após a transição de fumantes para CE, indicando benefícios potenciais, embora sejam necessárias investigações de longo prazo. Estudos epidemiológicos sugerem uma redução nos desfechos respiratórios em ex-fumantes que usam CE, mas não há diferenças significativas nos desfechos cardiovasculares. A inalação de vapor de CE pode resultar em alterações nos marcadores vasculares, indicando efeitos adversos, mas a cessação do tabagismo pode levar a melhorias na função vascular. Mais pesquisas são necessárias para avaliar abrangentemente os riscos e benefícios dos CE comparados aos métodos convencionais de cessação do tabagismo. **Conclusão**: A inalação de vapor de CE, especialmente com nicotina, aumenta a atividade nervosa simpática, pressão arterial e frequência cardíaca. Embora possa melhorar a função vascular a curto prazo, os efeitos a longo prazo na saúde cardiovascular são incertos. A cessação do tabagismo ainda é a melhor estratégia

Palavras-chave: Cigarro eletrônico; Sistema cardiovascular; Impactos.

The impacts of electronic cigarettes on the cardiovascular system: A systematic review

ABSTRACT
Introduction: Smoking, a leading preventable cause of cardiovascular diseases, persists despite reduced smoking rates. Electronic cigarettes (ECs) emerge as an alternative, yet their growing popularity raises concerns due to lacking data on true health impacts. Transitioning to ECs raises questions about potential health benefits. **Methodology**: Data were obtained through a systematic literature review using MEDLINE and Scopus from 2019 to February 2024. English studies on ECs' cardiovascular impacts were selected, excluding other organic systems and specific document types. **Results and discussion**: Research indicates ECs generate a sympathetic response akin to traditional cigarettes, elevating blood pressure and heart rate. Nicotine-containing EC vapor exposure relates to increased thrombogenicity and altered microvascular function. Vascular function changes post-smoker transition to ECs suggest potential benefits, albeit requiring long-term investigations. Epidemiological studies suggest reduced respiratory outcomes in ex-smokers using ECs, with no significant differences in cardiovascular outcomes. EC vapor inhalation may alter vascular markers, indicating adverse effects, but smoking cessation may improve vascular function. Further research is needed to comprehensively evaluate ECs' risks and benefits compared to conventional smoking cessation methods. **Conclusion**: Inhalation of EC vapor, especially with nicotine, increases sympathetic nervous activity, blood pressure, and heart rate. While it may improve vascular function short-term, long-term effects on cardiovascular health remain uncertain. Smoking cessation remains the best strategy.
Keywords: Electronic cigarette; Cardiovascular system; Impacts.

Instituição afiliada – CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPI
Dados da publicação: Artigo recebido em 28 de Junho e publicado em 18 de Agosto de 2024.

DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-2637-2656

Autor correspondente*: GEORGE VINÍCIUS LIMA DA SILVA. ggeorge2002@hotmail.com*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

INTRODUÇÃO

Fumar é uma das principais causas evitáveis de doenças cardiovasculares em todo o mundo[1-4]. Apesar da redução significativa nas taxas de tabagismo ao longo das últimas décadas, o hábito persiste, agora diversificado com o surgimento dos cigarros eletrônicos (CE). A crescente popularidade dos CE é uma tendência global preocupante devido à falta de dados longitudinais sobre seus efeitos na saúde e segurança[5-10]. Embora sejam promovidos como alternativas menos prejudiciais, ainda há incertezas sobre seus verdadeiros impactos. Os fumantes frequentemente consideram os CE menos nocivos que os cigarros tradicionais (CT), levantando questões sobre o potencial de redução de danos ao fazer essa transição.[11-17]

O hábito de fumar cigarros de tabaco é um importante fator de risco para o desenvolvimento da hipertensão e é a principal causa de doenças cardiovasculares evitáveis nos Estados Unidos[18-19]. O tabagismo no Brasil apresenta diversas facetas. Estudos revelam que existe uma proporção significativa de consumo ilícito de cigarros, com estimativas variando de 25% a 47,1%, indicando desafios nas políticas de monitoramento e tributação[20-21] As disparidades socioeconómicas desempenham um papel importante, com o tabagismo concentrado entre os indivíduos mais pobres, enquanto a cessação do tabagismo é mais prevalente entre os mais ricos[22-23]. As advertências de saúde inovadoras introduzidas em 2018 evocam medo e preocupação entre fumadores e não fumadores, enfatizando a importância da linguagem direta e dos estímulos visuais para uma comunicação eficaz[24]. Além disso, contribui para eventos súbitos e graves que ameaçam a vida, como isquemia miocárdica e AVC (acidente vascular cerebral). Um dos principais mecanismos por trás desses eventos agudos é a ativação simpática induzida pelo tabagismo. O ato de fumar cigarros de tabaco está associado a aumentos na pressão arterial, frequência cardíaca, resistência vascular e catecolaminas circulantes[25-28]. A ativação simpática induzida pelo tabagismo está relacionada a uma variedade de produtos químicos encontrados nos cigarros de tabaco, sendo a nicotina um componente dominante. A nicotina é um agente simpatomimético altamente viciante encontrado tanto nos cigarros de tabaco tradicionais quanto nos CE, o produto de nicotina de crescimento mais rápido nos Estados Unidos.[29-34]

Frente a popularidade recente dos CE e o aumento do seu uso, apesar da baixa evidência de sua segurança, esta revisão busca explorar os potenciais mecanismos dos efeitos adversos dos CE no sistema cardiovascular, autonômico e parâmetros

hemodinâmicos, além de investigar se a troca de CT por CE oferece benefícios à saúde.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão sistemática realizado em seis etapas: definição do problema de pesquisa, delineamento dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos, categorização dos incluídos, avaliação, interpretação e apresentação final[35]. O processo de seleção das publicações seguiu as recomendações do preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (prisma)[36].

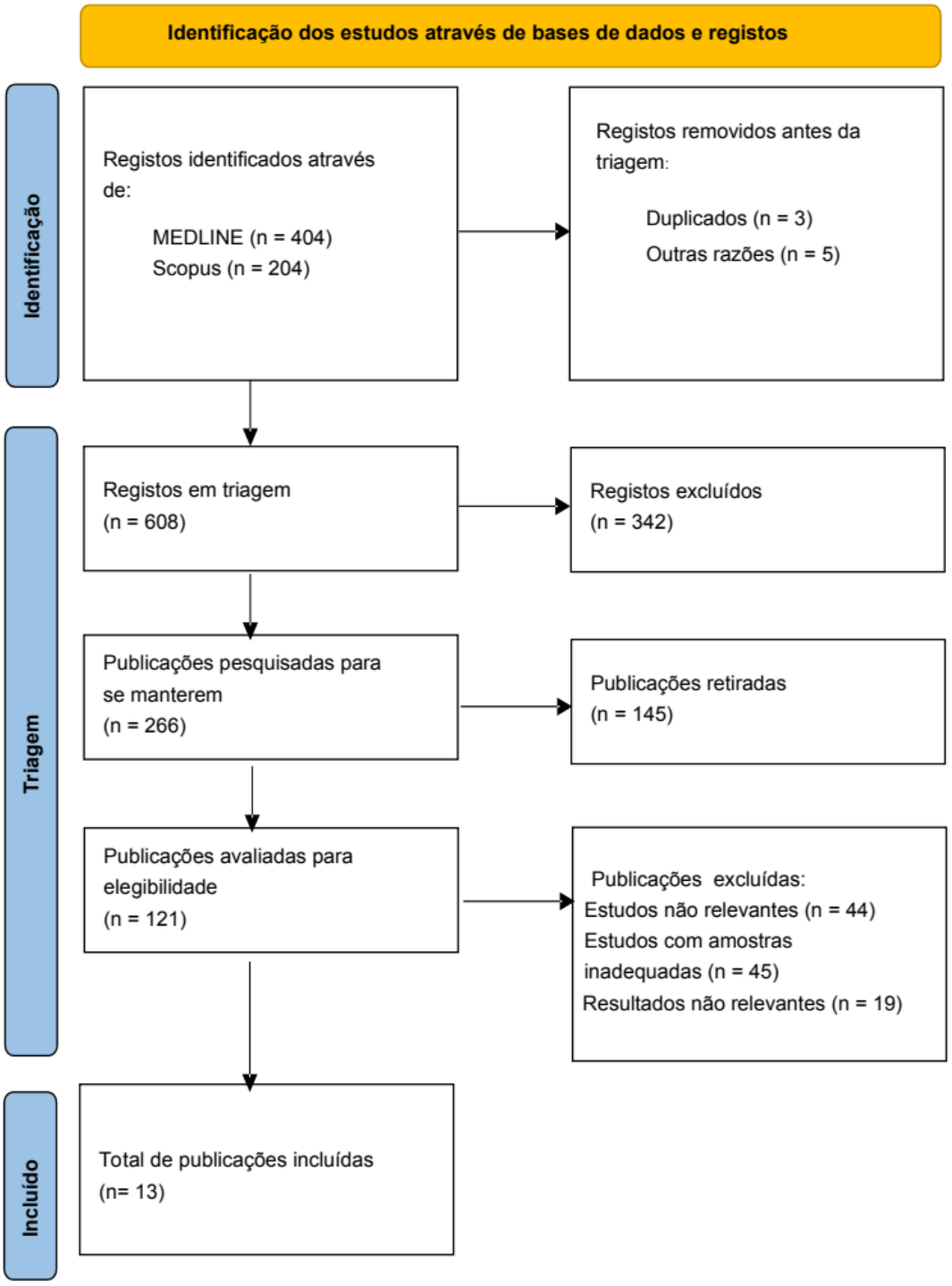
O roblema de pesquisa - estruturado pelo acrônimo pico (p= pacientes usuários de ce; i= uso de ce com ou sem nicotina; c= comparação entre tabagistas e não-tabagistas; o= alterações endoteliais e níveis plasmáticos de proteínas) – foi: "quais os potenciais efeitos adversos no sistema cardiovascular causados pelo cigarro eletrônico?" Os descritores controlados, obtidos por meio dos descritores de em ciências da saúde (decs) – "electronic nicotine delivery systems" e "cardiovascular" - foram combinados com os operadores booleanos and nas bases de dados pubmed/medline, e scopus. Com a finalidade de identificar e extrair as duplicatas, utilizou-se o software zotero.

Oscritérios de inclusão foram: estudos na língua inglesa, que abordavam os impactos no sistema cardiovascular do uso de ce, e pesquisas com texto completo gratuito, restritas ao período de 2019 a 2024. Por conseguinte, os critérios de exclusão foram definidos por: artigos que abordavam impactos do ce em outros sistemas orgânicos, como também teses, cartas ao editor, estudos sem relevância científica, artigos repetidos e fora do período temporal.

Dois revisores independentes realizaram a seleção por título e resumo (fase 1) e por leitura completa dos estudos elencados na primeira seleção (fase 2), seguindo-se a extração dos dados daqueles considerados incluídos. Os mesmos critérios de elegibilidade foram aplicados em ambas as fases de seleção. Uma planilha eletrônica (microsoft excel) foi utilizada para congregar as informações de interesse: autor(es) e ano, tipo de estudo, intervenção/exposição, principais resultados e banco de dados. Os estudos incluídos foram organizados categoricamente de acordo com pacientes usuários de CE, enquanto a intervenção e as informações extraídas foram sintetizadas descritivamente e apresentadas em quadro-resumo.

RESULTADOS

Foram recuperados inicialmente 608 estudos, após a remoção de duplicatas, sendo removidos 342 regitros inicialmente, e retirados 145, sendo 121 publicações avaliadas para elegibilidade. Após a seleção criteriorsa, 44 estudos foram considerados não relevantes para o objetivo da pesquisa, 45 detinham amostras inadequadas e 19 apresentavam resultados não relevantes. Assim, um total de 13 publicações foram incluídas na pesquisa final.



Os estudos de Kavousi et al. (2021), Shahandeh, Chowdhary, Middlekauff (2021), Münzel et al. (2020), D'Amario et al. (2019), Buchanan et al. (2020), e Goniewicz, Miller, Sutanto (2020) são revisões narrativas, que abordam o impacto dos cigarros eletrônicos na saúde cardiovascular, comparando-os com cigarros convencionais e analisando seus

riscos e benefícios.

Dois estudos de coorte retrospectivos foram incluídos: Wen et al. (2023) e George et al. (2019). Wen et al. (2023) analisou dados de 30.465 participantes adultos que responderam ao National Health Interview Survey entre 2014 e 2020. George et al. (2019) recrutou 145 pacientes crônicos fumantes que trocaram cigarros de tabaco por cigarros eletrônicos.

Foram incluídos quatro ensaios clínicos randomizados: Dimitriadis et al. (2022), Lyytinen et al. (2023), Mobarrez et al. (2020), e Chaumont et al. (2020). Dimitriadis et al. (2022) estudou usuários de cigarros eletrônicos e fumantes de tabaco ao longo de um ano, envolvendo 145 fumantes e 27 não usuários. Lyytinen et al. (2023) recrutou 22 indivíduos saudáveis com uso ocasional de tabaco. Mobarrez et al. (2020) envolveu 17 voluntários saudáveis do sexo masculino e feminino. Chaumont et al. (2020) incluiu 30 participantes com histórico de tabagismo e durou 11 meses.

Kavousi et al. (2021) encontraram que cigarros eletrônicos podem reverter disfunção endotelial relacionada ao tabagismo, melhorando a função vascular e reduzindo a pressão arterial. Shahandeh, Chowdhary, Middlekauff (2021) destacaram que a cessação do tabagismo melhora a saúde cardiovascular independentemente do uso de TRN ou cigarros eletrônicos. Wen et al. (2023) enfatizaram a necessidade de ensaios clínicos e estudos prospectivos para avaliar os riscos cardiovasculares e respiratórios dos cigarros eletrônicos.

Münzel et al. (2020) sugerem que o vapor de cigarro eletrônico em voluntários saudáveis provoca uma resposta semelhante à nicotina dos cigarros convencionais. D'Amario et al. (2019) observaram que a inalação de vapor de cigarro eletrônico aumentou vesículas extracelulares, associadas a doenças vasculares, e a expressão de CD40.

Buchanan et al. (2020) indicaram que ex-fumantes usando cigarros eletrônicos têm menor risco respiratório, mas não há diferenças significativas em desfechos cardiovasculares. Dimitriadis et al. (2022) constataram que cigarros eletrônicos provocam excitação simpática comparável aos cigarros de tabaco, aumentando a pressão arterial e a frequência cardíaca sistemicamente.

George et al. (2019) descobriram que a inalação de cigarros eletrônicos com e sem nicotina causa aumento na trombogenicidade e alterações na função microvascular em indivíduos saudáveis. Lyytinen et al. (2023) observaram que a exposição a cigarros eletrônicos com nicotina aumenta a frequência cardíaca e a pressão arterial, enquanto reduz a perfusão cutânea basal.

Mobarrez et al. (2020) revelaram que usuários de cigarro eletrônico apresentaram redução na frequência cardíaca e inflamação pulmonar após cessação temporária, evidenciando alterações fisiológicas. Goniewicz, Miller, Sutanto (2020) concluíram que a mudança do cigarro tradicional para o eletrônico pode resultar em melhoria imediata na função vascular em fumantes crônicos. Klonizakis et al. (2022) associaram a mudança para cigarro eletrônico a uma redução na rigidez vascular e frequência cardíaca, indicando possível redução do risco cardiovascular.

Chaumont et al. (2020) sugeriram que mais investigações são necessárias para determinar a durabilidade dos benefícios cardiovasculares da adoção do cigarro eletrônico a longo prazo.

Tabela 1. Características dos estudos

Autor(es) e Ano	Tipo de Estudo	Intervenção/Exposição	Banco de dados
Kavousi et al. (2021)	Revisão narrativa	Saúde cardiovascular e uso de cigarros eletrônicos	Scopus
Shahandeh, Chowdhary, Middlekauff (2021)	Revisão narrativa	Doença cardíaca e cigarros eletrônicos	Scopus
Wen et al. (2023)	Estudo de coorte retrospectivo	Doenças cardiovasculares e uso do cigarro eletrônico	Scopus
Münzel et al. (2020)	Revisão narrativa	Comparação entre cigarros convencionais e cigarros eletrônicos no risco cardiovascular	Scopus
D'Amario et al. (2019)	Revisão narrativa	Cigarros eletrônicos e risco cardiovascular	Scopus
Buchanan et al. (2020)	Revisão narrativa	Risco cardiovascular dos cigarros eletrônicos	Scopus
Dimitriadis et al. (2022)	Ensaio clínico randomizado	Efeitos agudos do tabagismo com cigarros eletrônicos na atividade nervosa simpática e na pressão arterial	MEDLINE
George et al. (2019)	Estudo de coorte retrospectivo	Efeitos cardiovasculares da troca de cigarros de tabaco por cigarros eletrônicos	MEDLINE
Lyytinen et al. (2023)	Ensaio clínico randomizado	Cigarro eletrônico e trombogenicidade	MEDLINE
Mobarrez et al. (2020)	Ensaio clínico	Inalação de vapor de	MEDLINE

	randomizado	cigarro eletrônico (e-cigarette), tanto com quanto sem nicotina	
Goniewicz, Miller, Sutanto (2020)	Revisão sistemática	Riscos cardiovasculares do uso de cigarros eletrônicos	MEDLINE
Klonizakis et al. (2022)	Ensaio clínico randomizado	Efeitos a médio e longo prazo do cigarro eletrônico	MEDLINE
Chaumont et al. (2020)	Ensaio clínico randomizado	Parâmetros cardiorrespiratórios e cigarros eletrônicos	MEDLINE

Fontes: Autores, 2024.

Tabela 2. Características dos estudos com população e duração do estudo

Autor(es) e Ano	População/ Paticipantes	Duração do estudo
Kavousi et al. (2021)	Não se aplica	Não se aplica
Shahandeh, Chowdhary, Middlekauff (2021)	Nãi se aplica	Não se aplica
Wen et al. (2023)	O estudo incluiu 30.465 participantes. . Os participantes eram adultos com idade igual ou superior a 18 anos que responderam entre 2014 e 2020 ao National Health Interview Survey, um inquérito nacional de saúde transversal anual	Não se aplica
Münzel et al. (2020)	Não se aplica	Não se aplica
D'Amario et al. (2019)	Não se aplica	Não se aplica
Buchanan et al. (2020)	Não se aplica	Não se aplica
Dimitriadis et al. (2022)	Usuários de cigarros eletrônicos, fumantes de tabaco e não usuários foram estudados. Envolveu 145 fumantes e 27 não usuários.	Estudos clínicos analisaram usuários habituais de cigarros eletrônicos ao longo de um ano.
George et al. (2019)	Fumantes crônicos trocando cigarros de tabaco por cigarros eletrônicos. 145 pacientes recrutados, 114 concluíram o estudo	1 mês
Lyytinen et al. (2023)	22 indivíduos saudáveis com idades entre 18 e 45 anos com uso ocasional de tabaco foram recrutados.	Não especifica
Mobarrez et al. (2020)	Dezessete voluntários saudáveis do sexo masculino e feminino foram	Não especifica

	randomizados para o estudo	
Goniewicz, Miller, Sutanto (2020)		Não se aplica
Klonizakis et al. (2022)	Não se aplica	Entre 2016 e 2018
Chaumont et al. (2020)	O estudo incluiu participantes com histórico de tabagismo e contou com 30 participantes	11 meses

Fontes: Autores, 2024.

As investigações apontam que os CE geram uma excitação simpática marcante, comparável àquela induzida pelos cigarros de tabaco. A inalação do vapor de CE parece agir de maneira central, promovendo um incremento uniforme na atividade nervosa simpática em direção aos vasos sanguíneos, à pele e ao coração. Essas mudanças na atividade simpática estão associadas a um aumento na pressão arterial e na frequência cardíaca, evidenciando uma resposta hemodinâmica sistêmica à utilização de ambos os tipos de cigarros.[26]

Em relação aos impactos da inalação breve de CE com e sem nicotina na função plaquetária, coagulação e função microvascular em indivíduos saudáveis, descobriu-se que a exposição ao aerossol de CE contendo nicotina esteve correlacionada com um aumento na trombogenicidade, evidenciado pelo aumento na formação de trombos plaquetários e na formação de trombos ricos em fibrina no sangue total sob condições de fluxo. Tanto a exposição ao aerossol de CE com nicotina quanto sem nicotina causou alterações na perfusão da pele, como demonstrado pela redução da temperatura cutânea no antebraço e nos dedos. Além disso, a inalação do aerossol de CE com nicotina teve um efeito agudo na macro e microcirculação, resultando em aumento da frequência cardíaca, elevação da pressão arterial sistólica e redução da vasodilatação independente do endotélio, mediada por Sistema Nervoso Periférico (SNP).[35]

Ademais, após a exposição à CE com nicotina, observou-se um significativo aumento na frequência cardíaca e uma tendência de aumento na pressão arterial sistólica em comparação com a exposição à CE sem nicotina. Esse efeito pode ser atribuído à nicotina, que induz a liberação de neurotransmissores como a norepinefrina, ativando o sistema nervoso simpático. Esses resultados corroboram estudos anteriores que também relataram aumento na frequência cardíaca e pressão arterial após exposição à nicotina. Além disso, notou-se uma redução na perfusão cutânea basal, medida pela temperatura da pele no antebraço e no dedo, após exposição ao CE com e sem nicotina, sugerindo um efeito impulsionado por outros componentes além da nicotina. É bem estabelecido que tanto o tabagismo convencional quanto a nicotina induzem vasoconstrição periférica, podendo prejudicar a cicatrização de feridas pós-cirúrgicas. A redução na perfusão cutânea após exposição à CE sem nicotina pode ser devida a outros compostos presentes no CE, como partículas finas, que foram anteriormente associadas ao aumento da atividade simpática. No entanto, mais pesquisas centradas nos outros compostos do aerossol de CE são necessárias para determinar a causa exata dessa descoberta.[36]

Um estudo aleatório e cruzado revelou novas descobertas: a interrupção breve do uso do CE por usuários regulares resultou na redução da frequência cardíaca em repouso e da inflamação nos pulmões, ao mesmo tempo em que aumentou o FEF-25%, indicando uma possível alteração na função das vias respiratórias causada pela vaporização em alta potência. Além disso, a análise do metaboloma da urina revelou pequenas alterações após a cessação temporária do CE. A vaporização aguda, tanto com nicotina quanto sem, levou a uma diminuição na TcpO2, sugerindo possíveis distúrbios nas trocas gasosas. Por fim, apenas a vaporização aguda com nicotina resultou em aumento na pressão arterial

sistólica, diastólica e na frequência cardíaca.37

Entretanto, quando existe uma troca entre o CT e o CE pode haver alguns benefícios. Num intervalo de até 1 mês após a transição dos fumantes do CT para o CE, é possível observar uma notável melhoria na função vascular. Os dados obtidos fornecem insights clinicamente significativos sobre os efeitos cardiovasculares precoces da mudança do CT para o CE. Primeiramente, constatou-se um benefício imediato na função vascular com a troca do CT pelo CE. Os fumantes crônicos apresentaram melhorias significativas na função endotelial vascular, aproximando-se dos níveis observados em não fumantes saudáveis, conforme evidenciado pelos resultados da dilatação mediada pelo fluxo.[38]

Em segundo lugar, foi notável uma redução considerável na rigidez vascular entre os fumantes com histórico de até 20 anos-maço após a adoção do CE, em comparação com aqueles com histórico superior a 20 anos-maço, sugerindo uma possível diminuição na pressão arterial associada à transição para o CE. Contudo, são necessárias investigações de longo prazo para avaliar se essa redução na pressão arterial possui relevância estatística e clínica. Ademais, além dos resultados mencionados, foi observada uma diminuição na frequência cardíaca em repouso na coorte com histórico superior a 20 anos-maço que aderiu ao uso do CE. Considerando a bem estabelecida ligação entre a frequência cardíaca em repouso e os eventos cardiovasculares, essa descoberta sugere que a mudança do CT para o CE pode contribuir para a redução do risco cardiovascular, mesmo em fumantes crônicos.[39]

Entretanto, é necessário um exame mais aprofundado para determinar se esse efeito é transitório ou se perdura ao longo do tempo. Esse achado destaca a importância de pesquisas adicionais para elucidar se os benefícios cardiovasculares associados à adoção do CE são sustentados a longo prazo, fornecendo informações valiosas sobre os efeitos a longo prazo dessa transição na saúde cardiovascular dos fumantes.[40]

Em contrapartida, estudos epidemiológicos revelaram que ex-fumantes que atualmente utilizam CE apresentam chances cerca de 40% menores de desfechos respiratórios negativos, como o aparecimento de dispneia, em comparação com fumantes exclusivos e piora da função pulmonar, mas não há diferenças significativas nas consequências cardiovasculares, como aumento da pressão arterial. Embora a capacidade dos estudos transversais em estabelecer causalidade permaneça limitada devido a fatores de confusão não medidos, essas descobertas fornecem insights quantitativos sobre as possíveis aplicações de redução de danos dos CE. A consistência entre os resultados dos estudos transversais e longitudinais aumenta a confiança nas estimativas dos achados em relação ao sistema repiratório, embora haja variações na gravidade dos resultados. Porém, apenas eventos cardiovasculares adversos principais foram avaliados, o que levanta preocupações sobre causalidade reversa e viés de seleção, especialmente considerando o interesse crescente na redução de danos entre fumantes com histórico de eventos clínicos.[41]

Foi evidenciado que a breve inalação de vapor de CE com nicotina resultou em um aumento nas vesículas extracelulares (VEs) de origem plaquetária e endotelial. Esse aumento está associado a doenças vasculares, como síndrome coronariana aguda e acidente vascular cerebral. Além disso, foi observado um significativo aumento nas VEs derivadas de plaquetas que expressam o ligante CD40 após a inalação de CE sem nicotina. Estudos anteriores revelaram que a exposição à fumaça do cigarro convencional também aumentou os níveis de células progenitoras endoteliais (CPE) e de VEs circulantes de origem leucocitária, endotelial e plaquetária, indicando danos vasculares, aumento de trombose e inflamação.[42]

Nesse sentido, para investigar se os CE induzem uma resposta semelhante,

realizou-se um estudo em que voluntários saudáveis inalaram vapor de CE contendo nicotina de forma breve. É interessante notar que o uso da terapia de reposição de nicotina (TRN) parece seguro, mesmo em pacientes com doença cardiovascular, devido à sua absorção mais lenta em comparação com a absorção rápida da nicotina durante o consumo convencional de cigarros. No entanto, devido aos avanços na tecnologia dos CE e à adição de sais de nicotina em alguns líquidos, a rapidez e a magnitude dos níveis de nicotina após o uso desses dispositivos agora se assemelham aos observados após o consumo de cigarros convencionais.[43]

Assim, são necessários ensaios clínicos randomizados e estudos de coorte prospectivos para avaliar de forma mais abrangente as contribuições dos CE para os riscos respiratórios e cardiovasculares em comparação com métodos convencionais de cessação do tabagismo. Além disso, futuras investigações epidemiológicas devem considerar a avaliação de fatores de risco subclínicos e pré-clínicos, como hipertensão e hiperlipidemia, à luz dos resultados promissores de ensaios randomizados que demonstraram melhorias na dilatação mediada pelo fluxo entre fumantes que migraram para o uso exclusivo de CE, indicando um potencial marcador precoce de disfunção endotelial. Estes marcadores podem desempenhar um papel crucial na detecção precoce de processos patológicos e no monitoramento do risco para a saúde em usuários de CE e fumantes.[44]

Os participantes experimentaram melhorias em suas perspectivas de saúde cardiovascular, independentemente do uso de TRN ou CE com ou sem nicotina. Essas melhorias foram observadas tanto em geral quanto entre aqueles que conseguiram parar de fumar com sucesso. As descobertas sugerem que a cessação do tabagismo proporciona benefícios adicionais na biodisponibilidade do óxido nítrico (NO), possivelmente melhorando a função vascular das células musculares lisas, como indicado pela melhoria na vasodilatação induzida pelo SNP. Isso contrasta com nossas observações de curto prazo, onde não identificamos melhorias em relação à linha de base em nenhum dos grupos.[45]

Assim, embora seja conhecido que os CE tenham um efeito agudo adverso na biodisponibilidade do NO e na função endotelial em adultos saudáveis, eles podem contribuir para a reversão da disfunção endotelial induzida pelo tabagismo em estágios posteriores da cessação, semelhante à TRN. Essa reversão lenta sugere que o dano às células musculares lisas causado pelo tabagismo pode ser persistente. A redução observada na pressão arterial média (PAM) nos três grupos de estudo também pode indicar uma melhoria na rigidez vascular, sugerindo que a função endotelial melhora significativamente em pequenas veias e artérias, especialmente quando os fumantes mantêm a abstinência do tabaco por períodos mais longos, utilizando TRN. Essas descobertas são encorajadoras para aqueles que desejam parar de fumar, pois a melhoria na função vascular está associada a um menor risco de doença cardiovascular, mesmo em estágios pré-clínicos.[46]

Embora a revisão sistemática tenha proporcionado uma análise abrangente dos efeitos dos CE na saúde cardiovascular e respiratória, algumas limitações devem ser consideradas. Primeiramente, a inclusão de apenas 13 estudos na pesquisa final pode restringir a generalização dos resultados, refletindo a escassez de evidências disponíveis sobre o tema. Além disso, a maioria dos estudos analisados concentrou-se em amostras saudáveis, o que limita a capacidade de extrapolação dos achados para populações com condições médicas preexistentes. Ademais, a heterogeneidade dos métodos de avaliação utilizados nos estudos selecionados pode dificultar a comparação e a síntese dos resultados, destacando a necessidade de padronização nos protocolos de pesquisa futuros. Outra limitação está relacionada à falta de estudos de longo prazo que examinem os

efeitos dos CE na saúde cardiovascular e respiratória ao longo do tempo, o que impede uma compreensão completa dos riscos associados ao uso prolongado desses dispositivos. Portanto, são necessárias mais pesquisas, incluindo ensaios clínicos randomizados e estudos longitudinais, para elucidar os impactos dos CE na saúde de forma mais abrangente e precisa.

Tabela 3. Principais resultados dos estudos

Autor(es) e Ano	Principais resultados
Kavousi et al. (2021)	Cigarros eletrônicos podem reverter disfunção endotelial relacionada ao tabagismo, melhorando função vascular e reduzindo pressão arterial.
Shahandeh, Chowdhary, Middlekauff (2021)	A cessação do tabagismo melhora as perspectivas de saúde cardiovascular, independentemente do uso de TRN ou cigarros eletrônicos.
Wen et al. (2023)	Ensaios clínicos e estudos prospectivos são necessários para avaliar os riscos cardiovasculares e respiratórios dos cigarros eletrônicos.
Münzel et al. (2020)	Estudo com vapor de cigarro eletrônico em voluntários saudáveis sugere semelhança na resposta à nicotina dos cigarros convencionais.
D'Amario et al. (2019)	A inalação de vapor de cigarro eletrônico aumentou vesículas extracelulares, associadas a doenças vasculares, e expressão de CD40.
Buchanan et al. (2020)	Ex-fumantes usando cigarros eletrônicos têm menor risco respiratório, mas não há diferenças significativas em desfechos cardiovasculares.
Dimitriadis et al. (2022)	Cigarros eletrônicos provocam excitação simpática comparável aos cigarros de tabaco, aumentando pressão arterial e frequência cardíaca sistemicamente.
George et al. (2019)	A inalação de cigarros eletrônicos com e sem nicotina causa aumento na trombogenicidade e alterações na função microvascular em indivíduos saudáveis.
Lyytinen et al. (2023)	Exposição a cigarros eletrônicos com nicotina aumenta frequência cardíaca e pressão arterial, enquanto reduz a perfusão cutânea basal.
Mobarrez et al. (2020)	Usuários de cigarro eletrônico apresentaram redução na frequência cardíaca e inflamação pulmonar após cessação temporária, revelando alterações fisiológicas.
Goniewicz, Miller, Sutanto (2020)	A mudança do cigarro tradicional para o eletrônico pode resultar em melhoria imediata na função vascular em fumantes crônicos.
Klonizakis et al. (2022)	A mudança para cigarro eletrônico está associada a redução na rigidez vascular e frequência cardíaca, indicando possível redução do risco cardiovascular.
Chaumont et al. (2020)	Mais investigações são necessárias para determinar a durabilidade dos benefícios cardiovasculares da adoção do cigarro eletrônico a longo prazo.

Fontes: Autores, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a inalação de vapor de CE com nicotina aumenta a atividade simpática, elevando a pressão arterial e a frequência cardíaca. A exposição ao vapor de CE afeta a função plaquetária, a coagulação e a função microvascular, aumentando potencialmente a trombogenicidade e alterando a perfusão cutânea. A transição do tabagismo por tomografia computadorizada para a CE pode melhorar a função vascular em curto prazo, mas os efeitos cardiovasculares em longo prazo são incertos. Ex-fumantes que usam CE têm menores riscos respiratórios, mas riscos cardiovasculares semelhantes. Ensaios randomizados e estudos de coorte são necessários para uma melhor compreensão dos riscos à saúde da CE. TRN e CE podem reverter a disfunção endotelial induzida pelo tabagismo, mas os danos causados pelo fumo às células musculares lisas podem persistir. A cessação do tabagismo é a melhor forma de reduzir os riscos de doenças cardiovasculares e respiratórias. Mais pesquisas são necessárias para compreender os efeitos da CE na saúde e orientar as políticas de saúde pública e as práticas clínicas.

REFERÊNCIAS

1. Despoina K, Vogiatzis I. Smoking cessation in cardiovascular diseases. British Journal of Cardiac Nursing. 2 de março de 2018;13(3):116–20.

2. Mendis S. Global progress in prevention of cardiovascular disease. Cardiovasc Diagn Ther. abril de 2017;67(1):S32–8.

3. Okorare O, Evbayekha EO, Adabale OK, Daniel E, Ubokudum D, Olusiji SA, et al. Smoking Cessation and Benefits to Cardiovascular Health: A Review of Literature. Cureus [Internet]. 9 de março de 2023 [citado 30 de abril de 2024]; Disponível em: https://www.cureus.com/articles/142509-smoking-cessation-and-benefits-to-cardiovascular-health-a-review-of-literature

4. Perez-Warnisher MT, De Miguel MDPC, Seijo LM. Tobacco Use Worldwide: Legislative Efforts to Curb Consumption. Annals of Global Health. 22 de janeiro de 2019;85(1):9.

5. Banks E, Yazidjoglou A, Brown S, Nguyen M, Martin M, Beckwith K, et al. Electronic cigarettes and health outcomes: umbrella and systematic review of the global evidence. Medical Journal of Australia. 3 de abril de 2023;218(6):267–75.

6. Esteban-Lopez M, Perry MD, Garbinski LD, Manevski M, Andre M, Ceyhan Y, et al.

Health effects and known pathology associated with the use of E-cigarettes. Toxicology Reports. 2022;9:1357–68.

7. Martins BNFL, Normando AGC, Wagner VP, Ruiz BII, Vargas PA, Lopes MA, et al. GLOBAL FREQUENCY AND EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF ELECTRONIC CIGARETTE USERS: A SYSTEMATIC REVIEW. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology. julho de 2023;136(1):e34.

8. Ngoma C, Alhaj SM, Imo UF, Oke GI, Adebisi YA. Portrayal of electronic cigarettes in the news. Public Health Challenges. junho de 2023;2(2):e84.

9. Travis N, Knoll M, Cadham CJ, Cook S, Warner KE, Fleischer NL, et al. Health Effects of Electronic Cigarettes: An Umbrella Review and Methodological Considerations. IJERPH. 25 de julho de 2022;19(15):9054.

10. Travis N, Knoll M, Cook S, Oh H, Cadham CJ, Sánchez-Romero LM, et al. Chemical Profiles and Toxicity of Electronic Cigarettes: An Umbrella Review and Methodological Considerations. IJERPH. 20 de janeiro de 2023;20(3):1908.

11. Al-Qudaihi G, Al-Rajoudi T, Aljerayed Y, Bin Mummer A, Shoukri M, Al-Saleh I. Genotoxic profile among e-cigarette consumers, cigarette smokers, and nonsmokers. EMCR. 2023;3(0):1–8.

12. Feeney S, Rossetti V, Terrien J. E-Cigarettes—a review of the evidence—harm versus harm reduction. Tob Use Insights. janeiro de 2022;15:1179173X2210875.

13. Gravely S, Driezen P, Kyriakos CN, Thompson ME, Balmford J, Demjén T, et al. European adult smokers' perceptions of the harmfulness of e-cigarettes relative to combustible cigarettes: cohort findings from the 2016 and 2018 EUREST-PLUS ITC Europe Surveys. European Journal of Public Health. 1º de julho de 2020;30(Supplement_3):iii38–45.

14. Roberto Spoladore, Francesca Daus, Sara Pezzini, Francesca Napoli, Luigi Cante, Stefano Savonitto. Il punto su sigarette elettroniche e rischio cardiovascolare. Giornale Italiano di Cardiologia [Internet]. 1º de junho de 2023 [citado 30 de abril de 2024];(2023Giugno). Disponível em: https://doi.org/10.1714/4041.40206

15. Wackowski OA, Bover Manderski MT, Gratale SK, Weiger CV, O'Connor RJ. Perceptions about levels of harmful chemicals in e-cigarettes relative to cigarettes, and associations with relative e-cigarette harm perceptions, e-cigarette use and interest. Addiction. outubro de 2023;118(10):1881–91.

16. Wężyk-Caba I, Kaleta D, Zajdel R, Balwicki Ł, Świątkowska B. Do Young People Perceive E-Cigarettes and Heated Tobacco as Less Harmful Than Traditional Cigarettes? A Survey from Poland. IJERPH. 8 de novembro de 2022;19(22):14632.

17. Gonzalez JE, Cooke WH. Acute effects of electronic cigarettes on arterial pressure and peripheral sympathetic activity in young nonsmokers. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 1º de janeiro de 2021;320(1):H248–55.

1.
Edward S, Periasamy P. A study on associated risks of smoking, alcohol and smokeless tobacco on hypertension among advocates. Int J Community Med Public Health. 27 de novembro de 2019;6(12):5114.

18.
Gao N, Liu T, Wang Y, Chen M, Yu L, Fu C, et al. Assessing the association between smoking and hypertension: Smoking status, type of tobacco products, and interaction with alcohol consumption. Front Cardiovasc Med. 9 de fevereiro de 2023;10:1027988.

19.
Kim SY, Jeong SH, Joo HJ, Park M, Park EC, Kim JH, et al. High prevalence of hypertension among smokers of conventional and e-cigarette: Using the nationally representative community dwelling survey. Front Public Health. 17 de outubro de 2022;10:919585.

20.
André, Salem, Szklo., Jeffrey, Drope. The cigarette market in Brazil: new evidence on illicit practices from the 2019 National Health Survey. Tobacco Control, (2023). doi: 10.1136/tc-2022-057847

21.
Victor, Ribeiro., Thaís, Cândido, Lopes., Mariana, Amaral, dos, Santos, Pinto., Alain, Alves, Póvoa., Victor, Rocha, Corrêa., Gabriel, E., De-la-Torre., Sina, Dobaradaran., Dannielle, S., Green., André, Salem, Szklo., Ítalo, Braga, Castro. Cigarette butts in two urban areas from Brazil: Links among environmental impacts, demography and market.. Environmental research, (2022). doi: 10.1016/j.envres.2022.113730

22.
Anderson, Moreira, Aristides, dos, Santos., Lívia, Madeira, Triaca., Pedro, Henrique, Soares, Leivas. How is smoking distributed in relation to socioeconomic status? Evidence from Brazil in the years 2013 and 2019.. Economics and Human Biology, (2023). doi: 10.1016/j.ehb.2023.101240

23.
Camila, de, Moura, Vogt., Adelar, Fochezatto., Augusto, Mussi, Alvim. Smoking cessation in Brazil: a survival analysis based on consumers' profile.. Ciencia & Saude Coletiva, (2021). doi: 10.1590/1413-81232021268.05262020

24.
Jose, Angelo, Divino., Philipp, Ehrl., Osvaldo, Candido., Marcos, Aurélio, Pereira, Valadão. Effects of the Brazilian tax reform plans on the tobacco market.. Tobacco Control, (2021). doi: 10.1136/TOBACCOCONTROL-2021-056822

25.
Arastoo S, Haptonstall KP, Choroomi Y, Moheimani R, Nguyen K, Tran E, et al. Acute and chronic sympathomimetic effects of e-cigarette and tobacco cigarette smoking: role of nicotine and non-nicotine constituents. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 1º de agosto de 2020;319(2):H262–70.

26.
Dimitriadis K, Narkiewicz K, Leontsinis I, Konstantinidis D, Mihas C, Andrikou I, et al. Acute Effects of Electronic and Tobacco Cigarette Smoking on Sympathetic Nerve Activity and Blood Pressure in Humans. IJERPH. 9 de março de 2022;19(6):3237.

27.
Mrkaić A, Branković S, Randjelović P, Veljković M, Pavlović I, Radenković M. Acute Effects of Smoking on Heart Rate and Peripheral Resistance in Young Smokers. Acta Facultatis Medicae Naissensis. 1º de dezembro de 2015;32(4):287–92.

28.

Ohta Y, Kawano Y, Hayashi S, Iwashima Y, Yoshihara F, Nakamura S. Effects of cigarette smoking on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability in treated hypertensive patients. Clinical and Experimental Hypertension. 17 de agosto de 2016;38(6):510–3.

1.
Adamopoulos D, Van De Borne P, Argacha JF. NEW INSIGHTS INTO THE SYMPATHETIC, ENDOTHELIAL AND CORONARY EFFECTS OF NICOTINE. Clin Exp Pharma Physio. abril de 2008;35(4):458–63.

29.
Arastoo S, Haptonstall KP, Choroomi Y, Moheimani R, Nguyen K, Tran E, et al. Acute and chronic sympathomimetic effects of e-cigarette and tobacco cigarette smoking: role of nicotine and non-nicotine constituents. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 1º de agosto de 2020;319(2):H262–70.

30.
Hariharan P, Sivakumar N. Determination of Nicotine from Tobacco. Ind Jour of Publ Health Rese & Develop. 2017;8(3s):155.

31.
Singhrao N, Nieves-Cintron M. Nicotine Alters cAMP Signaling in Arterial Myocytes. The FASEB Journal. maio de 2022;36(S1):fasebj.2022.36.S1.0R491.

32.
Vukas J, Mallock-Ohnesorg N, Rüther T, Pieper E, Romano-Brandt L, Stoll Y, et al. Two Different Heated Tobacco Products vs. Cigarettes: Comparison of Nicotine Delivery and Subjective Effects in Experienced Users. Toxics. 11 de junho de 2023;11(6):525.

33.
Belkin S, Benthien J, Axt PN, Mohr T, Mortensen K, Weckmann M, *et al*. Impact of Heated Tobacco Products, E-Cigarettes, and Cigarettes on Inflammation and Endothelial Dysfunction. IJMS. 29 de maio de 2023;24(11):9432.

34.
Thomas KH, Dalili MN, López-López JA, Keeney E, Phillippo D, Munafò MR, *et al*. Smoking cessation medicines and e-cigarettes: a systematic review, network meta-analysis and cost-effectiveness analysis. Health Technol Assess. outubro de 2021;25(59):1–224.

35.
George J, Hussain M, Vadiveloo T, Ireland S, Hopkinson P, Struthers AD, *et al*. Cardiovascular Effects of Switching From Tobacco Cigarettes to Electronic Cigarettes. Journal of the American College of Cardiology. dezembro de 2019;74(25):3112–20.

36.
Lyytinen G, Brynedal A, Anesäter E, Antoniewicz L, Blomberg A, Wallén H, *et al*. Electronic Cigarette Vaping with Nicotine Causes Increased Thrombogenicity and Impaired Microvascular Function in Healthy Volunteers: A Randomised Clinical Trial. Cardiovasc Toxicol. agosto de 2023;23(7–8):255–64.

37.
Mobarrez F, Antoniewicz L, Hedman L, Bosson JA, Lundbäck M. Electronic cigarettes containing nicotine increase endothelial and platelet derived extracellular vesicles in healthy volunteers. Atherosclerosis. maio de 2020;301:93–100.

38.
Goniewicz ML, Miller CR, Sutanto E, Li D. How effective are electronic cigarettes for reducing respiratory and cardiovascular risk in smokers? A systematic review. Harm Reduct J. dezembro de 2020;17(1):91.

39. 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. 16 de agosto de 2022;20(1):276.

40. Chaumont M, Tagliatti V, Channan EM, Colet JM, Bernard A, Morra S, *et al*. Short halt in vaping modifies cardiorespiratory parameters and urine metabolome: a randomized trial. American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology. 1º de fevereiro de 2020;318(2):L331–44.

41. Buchanan ND, Grimmer JA, Tanwar V, Schwieterman N, Mohler PJ, Wold LE. Cardiovascular risk of electronic cigarettes: A review of preclinical and clinical studies. Cardiovasc Res. 2020;116(1):40–50.

42. D'Amario D, Migliaro S, Borovac JA, Vergallo R, Galli M, Restivo A, *et al*. Electronic cigarettes and cardiovascular risk: Caution waiting for evidence. Eur Cardiol Rev. 2019;14(3):151–8.

43. Münzel T, Kuntic M, Steven S, Hahad O, Daibe A. Is vaping better than smoking cigarettes? Eur Heart J. 2020;41(28):2612–4.

44. Wen X, Xia T, Li R, Qiu H, Yu B, Zhang Y, *et al*. Trends in Electronic Cigarette Use Among US Adults With a History of Cardiovascular Disease. JAMA Netw Open. 2023;6(8):e2328962.

45. Shahandeh N, Chowdhary H, Middlekauff HR. Vaping and cardiac disease. Heart. 2021;107(19):1530–5.

46. Kavousi M, Pisinger C, Barthelemy JC, De Smedt D, Koskinas K, Marques-Vidal P, *et al*. Electronic cigarettes and health with special focus on cardiovascular effects: Position paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). Eur J Prev Cardiol. 2021;28(14):1552–66.