Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Alterações precoces das pequenas vias aéreas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar

Early small airway changes in young users of electronic smoking devices

Cambios tempranos en las pequeñas vías respiratorias en jóvenes usuarios de dispositivos electrónicos para fumar

Ronald Santa Brígida do Rosário[1], Luiz Kauã Araújo Lima[1], Mayra Izabelle Santos de Sousa[1], Natália Maria da Silva Pinto[1], Ervilly Cristina Oliveira Barros[1], Danilo Marques Ferreira Normando[2], Ápio Ricardo Nazareth Dias[1], Valéria Marques Ferreira Normando[1].

RESUMO

Objetivo: Avaliar alterações espirométricas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar (DEFs), com ênfase no fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada (FEF25-75%) como marcador precoce de disfunção das pequenas vias aéreas. **Métodos:** Estudo observacional, transversal, de caráter exploratório/piloto, com 27 participantes (grupo experimental: n=15; grupo controle: n=12). Foram analisados capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e FEF25-75%, conforme diretrizes da American Thoracic Society/European Respiratory Society. A análise estatística adotou nível de significância de 5%. **Resultados:** Observou-se redução significativa do FEF25-75% no grupo experimental em comparação aos valores preditos (p=0,0181). Não foram identificadas diferenças significativas para CVF e VEF1. Sintomas respiratórios foram mais frequentes entre usuários de DEFs (66,7% vs. 0%; p<0,001). **Conclusão:** Os achados sugerem alterações funcionais precoces das pequenas vias aéreas em usuários de DEFs. O FEF25-75% apresentou-se como um parâmetro complementar potencialmente útil para a identificação de alterações funcionais periféricas, reforçando a necessidade de estudos com amostras maiores para confirmar sua aplicabilidade clínica.

Palavras-chave: Cigarro eletrônico, Espirometria, Vias aéreas, Adulto jovem, Saúde pública.

ABSTRACT

Objective: To evaluate spirometric changes in young users of electronic smoking devices (ESDs), with emphasis on forced expiratory flow between 25% and 75% of forced vital capacity (FEF25-75%) as an early marker of small airway dysfunction. **Methods:** This was an exploratory cross-sectional observational pilot study including 27 participants (experimental group: n=15; control group: n=12). Forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), and FEF25-75% were analyzed according to American Thoracic Society/European Respiratory Society guidelines. Statistical significance was set at 5%. **Results:** A significant reduction in FEF25-75% was observed in the experimental group compared to predicted values (p=0.0181). No significant differences were found for FVC and FEV1. Respiratory symptoms were more

[1] Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém – PA.
[2] Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (UNIFAMAZ), Belém – PA.

SUBMETIDO EM: 5/2026 | **ACEITO EM: 6/2026** | **PUBLICADO EM: 8/2026**

frequent among ESD users (66.7% vs. 0%; p<0.001). **Conclusion:** The findings suggest early functional changes in the small airways among users of electronic smoking devices (ESDs). FEF25–75% emerged as a potentially useful complementary parameter for identifying early peripheral airway functional alterations, highlighting the need for studies with larger sample sizes to confirm its clinical applicability.

Keywords: Electronic cigarettes, Spirometry, Airways, Young adult, Public health.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los cambios espirométricos en jóvenes usuarios de dispositivos electrónicos para fumar (DEF), con énfasis en el flujo espiratorio forzado entre el 25 % y el 75 % de la capacidad vital forzada (FEF25-75 %) como marcador temprano de disfunción de las vías respiratorias pequeñas. **Métodos:** Se realizó un estudio piloto observacional transversal exploratorio con 27 participantes (grupo experimental: n=15; grupo control: n=12). La capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF1) y el FEF25-75 % se analizaron según las guías de la Sociedad Torácica Americana/Sociedad Respiratoria Europea. La significación estadística se estableció en el 5 %. **Resultados:** Se observó una reducción significativa del FEF25-75 % en el grupo experimental en comparación con los valores predichos (p=0,0181). No se encontraron diferencias significativas para la CVF ni el VEF1. Los síntomas respiratorios fueron más frecuentes entre los usuarios de cigarrillos electrónicos (66,7 % frente a 0 %; p < 0,001). **Conclusión:** Los hallazgos sugieren alteraciones funcionales tempranas de las pequeñas vías respiratorias en usuarios de dispositivos electrónicos para fumar (DEF). El FEF25-75% se presentó como un parámetro complementario potencialmente útil para la identificación de alteraciones funcionales periféricas, lo que refuerza la necesidad de realizar estudios con muestras más amplias para confirmar su aplicabilidad clínica.

Palabras clave: Cigarrillos electrónicos, Espirometría, Vías respiratorias, Adultos jóvenes, Salud pública.

INTRODUÇÃO

O uso de dispositivos eletrônicos para fumar (DEFs), popularmente conhecidos como cigarros eletrônicos, vapes ou pods, tem aumentado de forma expressiva nas últimas décadas, especialmente entre adolescentes e adultos jovens, configurando um importante desafio para a saúde pública mundial (LYZWINSKI LN, et al., 2022; ROSE JJ, et al., 2023). Embora frequentemente divulgados ou percebidos como alternativas menos nocivas em comparação aos cigarros convencionais, esses dispositivos têm despertado preocupação crescente devido aos potenciais efeitos adversos associados à exposição contínua aos seus aerossóis (GOTTS JE, et al., 2019; MARQUES P, et al., 2021). Estudos em populações jovens também demonstram associação entre o uso de cigarros eletrônicos e maior prevalência de sintomas respiratórios e asma (CHO JH e PAIK SY, 2016; WILLS TA, et al., 2021).

Os DEFs funcionam por meio do aquecimento de líquidos compostos principalmente por propilenoglicol, glicerina vegetal, nicotina e diferentes agentes aromatizantes. Durante o aquecimento, essas substâncias podem gerar compostos potencialmente tóxicos, incluindo aldeídos, partículas ultrafinas, metais pesados e espécies reativas de oxigênio, capazes de atingir diferentes regiões do trato respiratório (MARQUES P, et al., 2021; GOTTS JE, et al., 2019). Estudos experimentais e clínicos demonstram que a exposição repetida a esses aerossóis pode desencadear inflamação pulmonar, estresse oxidativo, disfunção epitelial, alterações da depuração mucociliar e hiperresponsividade brônquica (ROSE JJ, et al., 2023; IZQUIERDO-CONDOY JS, et al., 2024).

Além das alterações fisiopatológicas, evidências epidemiológicas apontam associação entre o uso de DEFs e sintomas respiratórios, como tosse, chiado no peito, dispneia, irritação de garganta e aumento da secreção respiratória (XIE W, et al., 2022; WILLS TA, et al., 2021; OSEI AD, et al., 2019). Também têm sido descritas alterações inflamatórias pulmonares e redução da função respiratória em usuários frequentes desses dispositivos, inclusive em indivíduos jovens aparentemente saudáveis (LIVINGSTON JA, et al., 2022;

IZQUIERDO-CONDOY JS, et al., 2024). A ocorrência de lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos e produtos de vaping (EVALI) reforçou as preocupações relacionadas à segurança desses dispositivos, evidenciando seu potencial de provocar injúria pulmonar aguda e manifestações respiratórias graves (BLAGEV DP, et al., 2019; ROSE JJ, et al., 2023).

No Brasil, apesar das restrições regulatórias estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), observa-se aumento do consumo de DEFs, especialmente entre jovens e universitários, impulsionado pela ampla circulação desses produtos em meios digitais e ambientes sociais. Esse cenário representa um desafio adicional para as políticas de controle do tabagismo e para o Sistema Único de Saúde (SUS), uma vez que o uso precoce de nicotina pode favorecer dependência química, manutenção do hábito e possível transição para outras formas de consumo de produtos derivados do tabaco (LYZWINSKI LN, et al., 2022).

A avaliação precoce da função pulmonar em usuários de DEFs tem ganhado relevância diante da possibilidade de comprometimento respiratório subclínico. A espirometria é amplamente utilizada para análise da função pulmonar por ser um método acessível, padronizado e reprodutível (GRAHAM BL, et al., 2019). Entre os principais parâmetros avaliados destacam-se a capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), frequentemente empregados para identificação de distúrbios ventilatórios obstrutivos e restritivos. Entretanto, alterações iniciais das pequenas vias aéreas podem não ser detectadas precocemente por esses índices tradicionais, permanecendo subclínicas mesmo na presença de sintomas respiratórios iniciais (PEREIRA CAC, et al., 2007).

As pequenas vias aéreas, geralmente definidas como aquelas com diâmetro inferior a 2 mm, desempenham papel fundamental na ventilação pulmonar e na distribuição do fluxo aéreo distal. Alterações nessa região podem ocorrer silenciosamente devido à grande área de secção transversa dessas estruturas, razão pela qual são frequentemente denominadas “zona silenciosa” do pulmão (NEDER JA, et al., 1999). A identificação precoce de disfunções nesse segmento é particularmente importante em indivíduos jovens expostos a agentes inaláveis potencialmente tóxicos, como os aerossóis provenientes dos DEFs.

Nesse contexto, o fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada (FEF25-75%) tem sido proposto como marcador complementar para avaliação funcional das pequenas vias aéreas. Esse parâmetro representa o fluxo expiratório médio durante a porção intermediária da expiração forçada e pode apresentar alterações antes mesmo da redução de índices clássicos, como CVF e VEF1 (WILLS TA, et al., 2021; PEREIRA CAC, et al., 2007). Embora o FEF25-75% não deva ser utilizado isoladamente para diagnóstico de doenças respiratórias, sua análise pode auxiliar na detecção precoce de alterações funcionais periféricas em populações expostas a fatores de risco respiratórios emergentes.

A investigação de alterações pulmonares precoces em jovens usuários de DEFs apresenta relevância clínica e epidemiológica, especialmente considerando o potencial de longa exposição futura desses indivíduos aos aerossóis inalados. Além disso, estudos com foco em populações jovens podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção, educação em saúde, vigilância epidemiológica e fortalecimento das políticas públicas relacionadas ao controle do tabagismo e ao uso de dispositivos eletrônicos para fumar.

Apesar do aumento do número de estudos sobre os efeitos respiratórios dos DEFs, ainda existem lacunas importantes quanto à avaliação de alterações funcionais precoces das pequenas vias aéreas em jovens usuários, sobretudo em estudos nacionais utilizando parâmetros espirométricos complementares. Dessa forma, torna-se relevante investigar possíveis alterações subclínicas da função pulmonar nessa população.

A identificação precoce dessas alterações pode permitir intervenções preventivas antes do estabelecimento de comprometimento pulmonar clinicamente evidente. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar alterações espirométricas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar, investigando o potencial do FEF25-75% como parâmetro complementar para a identificação precoce de alterações das pequenas vias aéreas.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, transversal, analítico, de caráter exploratório/piloto, conduzido conforme as recomendações do checklist *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE). O estudo avaliou alterações espirométricas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar (DEFs), incluindo a análise do FEF25-75% como parâmetro complementar da função das pequenas vias aéreas.

A pesquisa foi realizada em ambiente acadêmico, entre os meses de junho e novembro de 2025, com recrutamento por conveniência de estudantes universitários e jovens adultos vinculados à instituição participante. A divulgação ocorreu por meio de convites presenciais, comunicação em salas de aula e mídias digitais institucionais. Os indivíduos interessados receberam informações sobre os objetivos, procedimentos e riscos da pesquisa, sendo posteriormente convidados a participar mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição responsável, sob parecer nº 5.662.078 e CAAE 62776822.9.0000.5174.

A amostra foi composta por 27 participantes, distribuídos em dois grupos: grupo experimental (GE), formado por usuários de DEFs (n=15), e grupo controle (GC), composto por indivíduos que nunca foram usuários desses dispositivos (n=12). Foram incluídos participantes com idade igual ou superior a 18 anos. No grupo experimental, foram considerados elegíveis os indivíduos que relataram uso atual de dispositivos eletrônicos para fumar, independentemente do tipo de dispositivo utilizado, frequência semanal ou presença de nicotina no líquido inalado. No grupo controle, foram incluídos apenas participantes que relataram nunca ter utilizado DEFs.

Foram excluídos indivíduos com diagnóstico prévio de doenças pulmonares crônicas, como asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), bronquiectasias ou fibrose pulmonar, além daqueles que apresentaram incapacidade de compreender ou executar adequadamente as manobras espirométricas. Também foram excluídos participantes com condições clínicas agudas que pudessem interferir na avaliação respiratória no momento da coleta.

As informações sociodemográficas e clínicas foram obtidas por meio de questionário estruturado aplicado pelos pesquisadores. Foram coletados dados relacionados à idade, sexo, índice de massa corporal (IMC), prática de atividade física, histórico prévio de COVID-19 e presença de sintomas respiratórios. Entre os sintomas investigados estavam tosse, dispneia, chiado no peito, irritação de garganta, aumento de secreção respiratória e sensação de cansaço respiratório. No grupo experimental, também foram coletadas informações relacionadas ao tempo de uso dos DEFs, padrão de consumo autorreferido e frequência de utilização.

A avaliação da função pulmonar foi realizada por meio de espirometria basal, conforme as recomendações da American Thoracic Society e da European Respiratory Society (GRAHAM BL, et al., 2019). O exame foi conduzido por avaliador treinado, em ambiente adequado e com os participantes posicionados sentados, utilizando clipe nasal durante a realização das manobras. Antes de cada sessão, o equipamento foi calibrado de acordo com as orientações do fabricante e os padrões internacionais de qualidade.

Foram analisados os seguintes parâmetros espirométricos: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada (FEF25-75%). Cada participante realizou no mínimo três manobras aceitáveis e reprodutíveis, sendo considerados os melhores valores obtidos. Os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade seguiram as recomendações internacionais vigentes (GRAHAM BL, et al., 2019). Os valores observados foram comparados aos respectivos valores preditos para sexo, idade e estatura.

A análise estatística foi realizada com nível de significância de 5% ($p<0,05$). Inicialmente, os dados foram submetidos à avaliação de normalidade por meio de análise descritiva e distribuição das variáveis. As variáveis contínuas foram apresentadas como média e desvio padrão, enquanto as variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas. Para comparação entre médias, utilizou-se o teste t de Student pareado (intragrupos) e independente (entre grupos). As variáveis categóricas foram analisadas pelo teste do qui-quadrado ou teste exato de Fisher, quando apropriado.

Não foram realizadas análises multivariadas para controle de potenciais fatores de confusão em razão do tamanho reduzido da amostra e do caráter exploratório/piloto do estudo. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados com cautela, considerando as limitações inerentes ao delineamento transversal e à amostragem por conveniência.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 27 participantes, distribuídos em grupo experimental (GE), formado por usuários de dispositivos eletrônicos para fumar (DEFs) (n=15), e grupo controle (GC), composto por não usuários (n=12). Os grupos apresentaram características sociodemográficas semelhantes, sem diferenças estatisticamente significativas quanto à idade, sexo e índice de massa corporal (IMC) (p>0,05). A média de idade foi de 21,1 ± 2,3 anos no GE e 22,1 ± 2,0 anos no GC. O IMC médio foi de 24,8 ± 5,5 kg/m² no grupo experimental e 26,0 ± 3,9 kg/m² no grupo controle.

Em relação aos hábitos de vida, a prática de atividade física foi semelhante entre os grupos, sendo relatada por 53,3% dos participantes do GE e por 50,0% do GC. Também não foram observadas diferenças estatisticamente significativas quanto ao histórico prévio de COVID-19, embora a frequência tenha sido numericamente maior entre os usuários de DEFs (60,0% vs. 33,3%).

No grupo experimental, o tempo médio de uso dos dispositivos eletrônicos para fumar foi de 1,83 ± 1,32 anos, evidenciando exposição relativamente recente, porém contínua, aos aerossóis inalados. Apesar do curto tempo médio de utilização, observou-se frequência significativamente maior de sintomas respiratórios entre os usuários de DEFs em comparação ao grupo controle (66,7% vs. 0%; p<0,001). Entre os sintomas mais frequentemente relatados estavam irritação de garganta, tosse seca episódica, sensação de dispneia aos esforços e desconforto respiratório inespecífico, sugerindo possível repercussão clínica precoce relacionada ao uso dos dispositivos.

Os resultados demonstram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos quanto às variáveis demográficas e antropométricas avaliadas. Contudo, em razão do tamanho reduzido da amostra, não é possível excluir completamente a influência de potenciais fatores de confusão sobre os achados espirométricos observados. (**Tabela 1**)

Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica e clínica dos participantes nos grupos experimental (GE) e controle (GC).

Variável	GE (n=15)	GC (n=12)	*p*
Idade (anos)	21,1 ± 2,3	22,1 ± 2,0	>0,05
Sexo masculino, n (%)	10 (66,7%)	5 (41,7%)	>0,05
Índice de massa corporal (kg/m²)	24,8 ± 5,5	26,0 ± 3,9	>0,05
Sintomas respiratórios, n (%)	10 (66,7%)	0 (0,0%)	<0,001*
Atividade física, n (%)	8 (53,3%)	6 (50,0%)	>0,05
COVID prévio, n (%)	9 (60,0%)	4 (33,3%)	>0,05
Tempo de uso de DEFs (anos)	1,83 ± 1,32	Não se aplica	—

Nota: (±) desvio padrão; n: número de participantes; IMC: índice de massa corporal; DEFs: dispositivos eletrônicos para fumar; GE: grupo experimental; GC: grupo controle.
Fonte: Rosário RSB, et al., 2026.

Na análise espirométrica, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para os parâmetros tradicionais da função pulmonar, incluindo capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), tanto no grupo experimental quanto no grupo controle (p>0,05). Esses resultados sugerem preservação global da função pulmonar nos participantes avaliados.

Entretanto, o fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada (FEF25-75%) apresentou redução significativa no grupo experimental quando comparado aos valores preditos (p=0,0181). O valor médio obtido no GE foi de 3,66 ± 0,47 L/s, enquanto o valor predito foi de 4,26 ± 0,60 L/s, representando redução aproximada de 14,1% em relação ao esperado para sexo, idade e estatura. No grupo controle, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores observados e preditos de FEF25-75% (p=0,3784).

O achado relacionado ao FEF25-75% sugere possível comprometimento funcional precoce das pequenas vias aéreas em usuários de DEFs, mesmo na ausência de alterações detectáveis nos índices espirométricos clássicos. (**Tabela 2**)

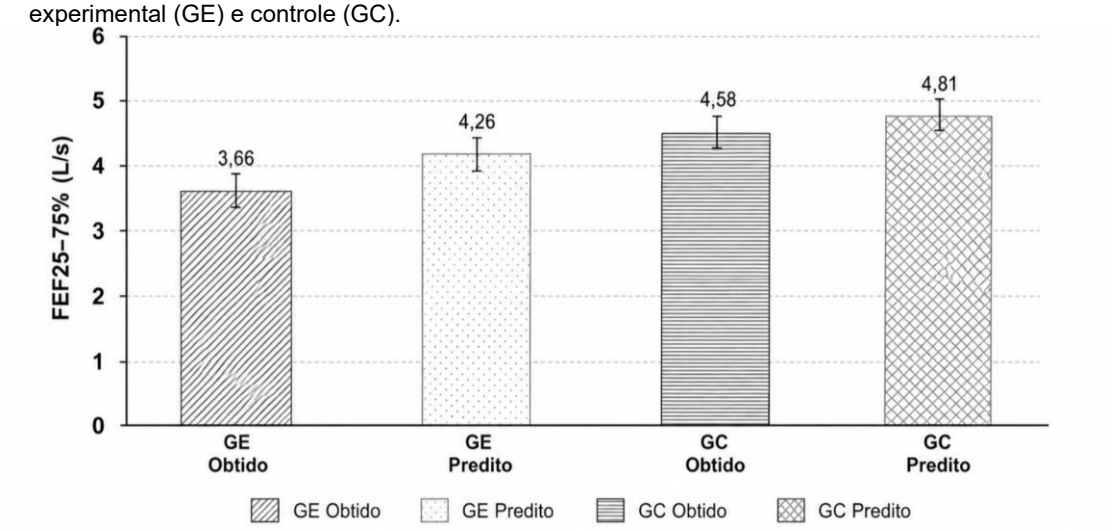
Tabela 2 - Comparação dos valores observados e preditos das variáveis espirométricas nos grupos experimental (GE) e controle (GC)

Variável	GE obtido	GE predito	p intra GE	GC obtido	GC predito	p intra GC	p entre grupos
CVF	4,66 ± 0,96	4,52 ± 1,00	0,4612	4,12 ± 1,04	4,11 ± 0,70	0,9362	0,183
VEF1	3,90 ± 0,72	4,02 ± 0,84	0,7479	3,39 ± 0,63	3,50 ± 0,64	0,7728	0,071
FEF25-75%	3,66 ± 0,47	4,26 ± 0,60	**0,0181***	4,58 ± 1,15	4,81 ± 0,82	0,3784	**0,019***

Nota: (±) desvio padrão. CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEF25-75%: fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital forçada; GE: grupo experimental (n=15); GC: grupo controle (n=12). *p < 0,05.
Fonte: Rosário RSB, et al., 2026.

A **Figura 1** ilustra a diferença entre os valores obtidos e preditos de FEF25-75% nos grupos experimental e controle, evidenciando redução mais acentuada entre os usuários de DEFs. Na comparação direta entre os grupos, observou-se redução significativa dos valores de FEF25–75% no grupo experimental em relação ao grupo controle.

Figura 1 - Comparação dos valores obtidos e preditos de FEF25-75% nos grupos experimental (GE) e controle (GC).



Nota: GE: grupo experimental (usuários de DEFs); GC: grupo controle (não usuários). Valores apresentados em média ± desvio padrão.
Fonte: Rosário RSB, et al., 2026.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo sugerem a presença de alterações funcionais precoces das pequenas vias aéreas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar (DEFs), evidenciadas principalmente pela redução significativa do FEF25-75% em comparação aos valores preditos. Esse achado ocorreu mesmo na ausência de alterações significativas nos parâmetros espirométricos clássicos, como CVF e VEF1, reforçando a hipótese de comprometimento subclínico das vias aéreas periféricas em indivíduos jovens expostos aos aerossóis dos DEFs. Além da redução em relação aos valores preditos, observou-se diferença significativa do FEF25-75% entre usuários de DEFs e o grupo controle, reforçando a hipótese de comprometimento funcional precoce associado ao uso desses dispositivos. Esses achados estão em consonância com estudos anteriores de que alterações das pequenas vias aéreas podem preceder manifestações funcionais detectáveis pelos índices tradicionais da espirometria (PEREIRA CAC, et al., 2007; WILLS TA, et al., 2021).

O FEF25-75% tem sido considerado um parâmetro complementar potencialmente sensível para identificação precoce de alterações das pequenas vias aéreas, especialmente em populações expostas a agentes inaláveis irritativos. Embora não seja utilizado isoladamente como critério diagnóstico, esse índice pode refletir alterações funcionais iniciais em regiões periféricas do pulmão, frequentemente denominadas “zonas silenciosas”, devido à dificuldade de detecção precoce por métodos convencionais (NEDER JA, et al., 1999). Alterações discretas da função pulmonar podem repercutir na tolerância ao esforço e no desempenho funcional mesmo antes do surgimento de alterações espirométricas clássicas mais evidentes (SKUMLIEN S, et al., 2006; BURGEL P-R, 2011). No presente estudo, observou-se redução aproximada de 14,1% no FEF25-75% entre os usuários de DEFs, sugerindo possível comprometimento funcional precoce associado ao uso desses dispositivos. Esses achados reforçam a importância de parâmetros complementares na avaliação funcional respiratória de indivíduos jovens expostos a novos fatores de risco inalatório.

Esse achado é consistente com estudos recentes que demonstram associação entre o uso de cigarros eletrônicos e alterações respiratórias em indivíduos jovens aparentemente saudáveis. Wills TA, et al. (2021), em estudo publicado na revista Thorax, identificaram associação significativa entre uso de DEFs e sintomas respiratórios persistentes, incluindo tosse, chiado e dispneia, mesmo após ajuste para fatores relacionados ao tabagismo convencional. Da mesma forma, Xie W, et al. (2022) observaram maior risco de desenvolvimento de sintomas respiratórios em usuários de cigarros eletrônicos, reforçando a hipótese de impacto funcional precoce associado à exposição aos aerossóis inalados.

Os mecanismos fisiopatológicos relacionados às alterações observadas ainda não estão completamente esclarecidos, porém diferentes estudos apontam que os aerossóis gerados pelos DEFs possuem potencial inflamatório significativo. Compostos presentes nesses dispositivos, como nicotina, aldeídos, metais pesados e partículas ultrafinas, podem induzir estresse oxidativo, lesão epitelial e resposta inflamatória local nas vias aéreas (MARQUES P, et al., 2021; GOTTS JE, et al., 2019). Além disso, usuários crônicos de cigarros eletrônicos podem apresentar aumento de biomarcadores inflamatórios pulmonares, incluindo elastase neutrofílica e metaloproteinases, sugerindo potencial lesão pulmonar precoce relacionada à exposição contínua aos aerossóis inalados (GHOSH A, et al., 2019). Estudos experimentais também demonstraram alterações na homeostase lipídica pulmonar e prejuízo da imunidade inata associados à exposição aos aerossóis dos cigarros eletrônicos, reforçando o potencial inflamatório desses dispositivos (MADISON MC, et al., 2019; CHAUMONT M, et al., 2020; ROSE JJ, et al., 2023).

Outro aspecto relevante observado neste estudo foi a elevada frequência de sintomas respiratórios entre os usuários de DEFs. Aproximadamente dois terços dos participantes do grupo experimental relataram sintomas respiratórios, enquanto nenhum participante do grupo controle apresentou manifestações semelhantes. Esse resultado reforça a possibilidade de repercussão clínica precoce associada ao uso dos dispositivos eletrônicos para fumar, mesmo em indivíduos jovens e sem diagnóstico prévio de doença pulmonar crônica. Estudos internacionais também têm demonstrado associação entre vaping e sintomas respiratórios persistentes, incluindo irritação de garganta, tosse seca, dispneia e desconforto torácico (BHATTA DN e GLANTZ SA, 2020; XIE W, et al., 2022).

A presença de sintomas respiratórios concomitante à redução do FEF25-75% fortalece a hipótese de comprometimento funcional inicial das pequenas vias aéreas. Embora os parâmetros tradicionais da espirometria permaneçam preservados, alterações periféricas podem representar estágios iniciais de lesão pulmonar ainda subclínica. Essa interpretação é particularmente relevante em populações jovens, uma vez que a manutenção prolongada da exposição aos aerossóis dos DEFs pode favorecer progressão funcional ao longo do tempo. Nesse sentido, a ausência de alterações em VEF1 e CVF não exclui a possibilidade de comprometimento funcional precoce das pequenas vias aéreas.

Os resultados deste estudo também possuem relevância em saúde pública. O crescimento do uso de DEFs entre adolescentes e adultos jovens representa preocupação importante para os sistemas de saúde, especialmente devido ao potencial de dependência nicotínica e à normalização social do consumo desses dispositivos. Apesar das restrições regulatórias existentes no Brasil, observa-se aumento progressivo da experimentação e utilização de cigarros eletrônicos em ambientes sociais e universitários, frequentemente impulsionado por estratégias de marketing digital e percepção equivocada de segurança (LYZWINSKI LN, et al., 2022).

Além disso, evidências recentes indicam que os DEFs podem atuar como porta de entrada para o consumo de nicotina e outros produtos derivados do tabaco, comprometendo avanços obtidos nas políticas de controle do tabagismo nas últimas décadas. A *American Heart* Association destacou recentemente os potenciais efeitos cardiovasculares e pulmonares associados ao uso de cigarros eletrônicos, reforçando a necessidade de vigilância epidemiológica e fortalecimento das estratégias regulatórias (ROSE JJ, et al., 2023). Nesse contexto, a identificação precoce de alterações funcionais respiratórias pode contribuir para ações preventivas e monitoramento clínico em populações vulneráveis.

Outro ponto relevante refere-se ao potencial da espirometria como ferramenta para avaliação funcional de indivíduos jovens expostos aos DEFs. Embora estudos adicionais sejam necessários para estabelecer protocolos específicos de monitoramento, a inclusão de parâmetros relacionados às pequenas vias aéreas, como o FEF25-75%, poderá contribuir para a identificação de alterações funcionais periféricas em populações expostas. No entanto, esse potencial deve ser interpretado com cautela e confirmado em estudos com delineamentos mais robustos e amostras maiores.

Embora os efeitos observados tenham sido discretos, a exposição contínua aos aerossóis dos DEFs pode favorecer progressão funcional ao longo do tempo, especialmente considerando o início precoce do uso e o potencial cumulativo da exposição respiratória.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O delineamento transversal impossibilita estabelecer relações causais entre o uso de DEFs e as alterações espirométricas observadas. Além disso, o tamanho reduzido da amostra e o recrutamento por conveniência limitam a generalização dos achados e aumentam o risco de viés de seleção. A ausência de análise multivariada também impede o controle de potenciais fatores de confusão, como exposição ambiental, uso prévio de cigarro convencional e intensidade do uso dos dispositivos eletrônicos.

Outras limitações incluem a utilização de informações autorreferidas sobre sintomas respiratórios e padrão de uso dos DEFs, o que pode introduzir viés de memória ou subnotificação. Também não foram realizados exames complementares capazes de avaliar de maneira mais sensível alterações inflamatórias ou mecânicas das pequenas vias aéreas, como oscilometria de impulso, fração exalada de óxido nítrico (FeNO) ou métodos de imagem pulmonar. Estudos futuros com amostras maiores, delineamento longitudinal e avaliação multimodal da função pulmonar poderão contribuir para melhor compreensão dos efeitos respiratórios associados ao uso prolongado desses dispositivos. A ausência de avaliação objetiva da carga de exposição aos DEFs limita análises dose-resposta.

Apesar dessas limitações, este estudo contribui para a literatura ao demonstrar possíveis alterações funcionais precoces das pequenas vias aéreas em jovens usuários de DEFs, destacando o FEF25-75% como marcador complementar potencialmente útil na detecção precoce de disfunção respiratória subclínica. Os resultados reforçam a necessidade de ampliação das investigações sobre os impactos respiratórios dos cigarros eletrônicos, especialmente em populações jovens, além de subsidiar estratégias de prevenção, educação em saúde e fortalecimento das políticas públicas relacionadas ao controle do uso de dispositivos eletrônicos para fumar.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo sugerem a presença de alterações funcionais precoces das pequenas vias aéreas em jovens usuários de dispositivos eletrônicos para fumar, evidenciadas principalmente pela redução significativa do FEF25-75%. Além disso, a elevada frequência de sintomas respiratórios entre os usuários reforça a possibilidade de comprometimento respiratório subclínico, mesmo em indivíduos jovens aparentemente saudáveis. Embora os parâmetros espirométricos clássicos tenham permanecido preservados, os resultados indicam que o FEF25-75% pode atuar como marcador complementar sensível para identificação precoce de alterações funcionais periféricas associadas ao uso de DEFs. Considerando o caráter piloto do estudo, o delineamento transversal e o tamanho reduzido da amostra, os resultados devem ser interpretados com cautela. Estudos longitudinais, com amostras maiores, controle de fatores de confusão

e avaliação multimodal da função pulmonar, são necessários para melhor compreensão dos impactos respiratórios relacionados ao uso prolongado desses dispositivos. Os resultados reforçam a necessidade de vigilância respiratória em populações jovens expostas aos DEFs.

AGRADECIMENTO

À Universidade do Estado do Pará (UEPA), pelo apoio e compreensão institucional essenciais para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. BHATTA DN, GLANTZ SA. Association of e-cigarette use with respiratory disease among adults. Am J Prev Med. 2020; 58(2):182–190.
2. BLAGEV DP, et al. Clinical presentation, treatment, and short-term outcomes of lung injury associated with e-cigarettes or vaping: a prospective observational cohort study. Lancet. 2019; 394(10214):2073-2083.
3. BURGEL P-R. The role of small airways in obstructive airway diseases. Eur Respir Rev. 2011;20(119):23-33.
4. CHAUMONT M, et al. Short halt in vaping modifies cardiorespiratory parameters. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol, 2020; 318(2): L331–L344.
5. CHO JH, PAIK SY. Association between Electronic Cigarette Use and Asthma among High School Students in South Korea. PLoS One. 2016 Mar 4;11(3): e0151022.
6. GHOSH A, et al. Chronic E-Cigarette Use Increases Neutrophil Elastase and Matrix Metalloprotease Levels in the Lung. Am J Respir Crit Care Med. 2019;200(11):1392-1401.
7. GOTTS JE, et al. What are the respiratory effects of e-cigarettes? BMJ. 2019; 366: l5275.
8. GRAHAM BL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. Am J Respir Crit Care Med. 2019; 200(8): e70–e88.
9. IZQUIERDO-CONDOY JS, et al. Direct health implications of e-cigarette use. Front Public Health. 2024; 12: 1427752.
10. LIVINGSTON JA, et al. Physical and mental health outcomes associated with adolescent e-cigarette use. J Pediatr Nurs. 2022; 64:1–17.
11. LYZWINSKI LN, et al. Global youth vaping and respiratory health. NPJ Prim Care Respir Med. 2022; 32(1): 14.
12. MADISON MC, et al. Electronic cigarettes disrupt lung lipid homeostasis and innate immunity independent of nicotine. J Clin Invest. 2019;129(10):4290–4304.
13. MARQUES P, et al. An updated overview of e-cigarette impact on human health. Respir Res. 2021; 22: 151.
14. NEDER JA, et al. Reference values for lung function tests: maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Braz J Med Biol Res. 1999;32(6):719–727.
15. OSEI AD, et al. Association Between E-Cigarette Use and Chronic Obstructive Pulmonary Disease by Smoking Status: Behavioral Risk Factor Surveillance System 2016 and 2017. Am J Prev Med. 2020; 58(3):336-342.
16. PEREIRA CAC, et al. Novos valores de referência para espirometria em brasileiros. J Bras Pneumol. 2007; 33(4): 397–406.
17. ROSE JJ, et al. Cardiopulmonary Impact of Electronic Cigarettes and Vaping Products: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation. 2023; 148(8):703-728.
18. SKUMLIEN S, et al. A field test of functional status as performances of activities of daily living in COPD patients. Respir Med. 2006;100(2):316–323.
19. XIE W, et al. Association of electronic cigarette use with respiratory symptom development. Am J Respir Crit Care Med. 2022; 205(11): 1320–1329.
20. WILLS TA, et al. E-cigarette use and respiratory disorders. Thorax, 2021; 76(10):1015–1022.