



전자담배, 일반담배, 복합 흡연과 체내 염증 및 산화 스트레스와의 연관성: 2016–2018년 제7기 국민건강영양조사 활용

서혜진, 김정하, 김선아, 신우영, 이지원, 조수현*

중앙대학교병원 가정의학과

Association between Electronic Cigarettes, Conventional Cigarettes, and Dual Use and Inflammation and Oxidative Stress: The Seventh Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2016–2018

Hye-jin Seo, Jung-ha Kim, Sun-ah Kim, Woo-young Shin, Jie-won Lee, Soo Hyun Cho*

Department of Family Medicine, Chung-Ang University Hospital, Seoul, Korea

Background: The rate of e-cigarette use is increasing due to the perception that there is a smoking cessation effect and that there is relatively low harm; most users use e-cigarettes in combination with conventional cigarettes. Therefore, this study compares the systemic inflammation and oxidative stress among groups of people with realistic smoking patterns: conventional smokers (CS), only e-cigarette smokers (ECS), dual users (DS), and non-smokers (NS).

Methods: Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey VII (2016–2018) were used. We compared urinary cotinine (Ucot) as a nicotine indicator, uric acid (UA) and high sensitivity C-reactive protein (hsCRP) as inflammation indicators, and folate, vitamin A, and vitamin E, which are antioxidants, as oxidative stress indicators. A complex samples general linear regression was performed.

Results: Altogether, 5,191 participants were divided into 940 CS, 110 DS, 23 ECS, and 4,118 NS. Ucot levels were higher in all smoking groups than in NS, with the highest value in DS ($P<0.001$). UA levels were higher in all smoking groups and significantly higher in DS than in CS ($P<0.01$). hsCRP levels were higher in all smoking groups but not at a statistically significant level. Contrary to the expectation that antioxidants would be low in smokers, all oxidative stress indicators were higher in DS than in NS.

Conclusion: Nicotine exposure in dual users was not significantly different from that in conventional smoking, and UA was significantly higher in dual users than in conventional smoking. Therefore, it is necessary to provide adequate smoking cessation education for e-cigarette smokers.

Keywords: Smoking; E-Cigarette; Dual Users; Inflammation; Oxidative Stress

서론

담배 내의 여러 화학물질들은 체내 염증반응을 유발하며, 담배 연기에 고농도로 포함된 자유 라디칼(free radical)에 의해 발생하는

활성산소(reactive oxygen species)는 체내 항산화 방어 기전을 저해하여 산화 스트레스(oxidative stress)를 발생시킨다.¹⁾ 세계보건기구(World Health Organization; WHO)는 흡연이 각종 암과 심혈관계, 호흡기계 등의 만성질환을 유발하여 공중보건을 심각하게 저해하며

Received July 30, 2020 Accepted May 6, 2021

Corresponding author Soo Hyun Cho

Tel: +82-2-6299-1897, Fax: +82-2-6298-8351

E-mail: soohu@cau.ac.kr

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0054-2366

Copyright © 2021 The Korean Academy of Family Medicine

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로 적극적인 규제의 필요성을 강조해왔고, ‘Trends in prevalence of tobacco use 2000-2025’ 보고서를 통해 전 세계 흡연율이 꾸준히 하락세를 보인다고 보고하였다.²⁾ 국민건강영양조사에 따르면 국내 흡연율 역시 2018년 22.4%로 점차 감소하고 있으나, 전자담배 사용량은 4.3%로 서서히 증가하는 추세이다.

전자담배는 니코틴과 포름알데히드(formaldehyde), 니트로사민(nitrosamine) 등의 유해물질들을 포함하는 용액을 가열하여 체내에 흡입함으로써 흡연과 같은 효과를 내는 전자장치이다.^{2,3)} 2007년 국내 도입된 후 점차 사용량이 늘어나고 있는데, 이전 연구들은 일반담배보다 유해성이 상대적으로 낮고, 금연에 도움이 된다는 인식이 사용량 증가의 주원인이라고 보고하였다.⁴⁾ 그러나 전자담배의 유해성 및 금연 효과에 대해서는 아직 논란이 이어지고 있다. 2018년 미국 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine은 ‘Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems’ 보고에서 전자담배가 일반담배에 비해 독성 물질 함유량이나 인체 노출량이 적다고 볼 수 있으나, 장기 건강 효과와 중독성이 불명확하기 때문에 절대적 위험은 아직 결정할 수 없다고 하였다.⁵⁾ 최근 WHO 역시 전자담배의 금연 효과에 대한 근거가 불충분하며, 중독 및 각종 질환을 유발할 수 있는 독성물질들을 포함하므로 명백하게 유해하다고 주장하였다.⁶⁾

또한 전자담배의 건강 위해성은 그 자체의 유해성뿐만 아니라, 많은 사용자들이 일반담배와 함께 사용하는 경우가 많다는 점에서 더욱 주목할 만하다.⁴⁾ 국내의 최근 연구들에서는 80%~90%의 사람들이 전자담배와 일반담배를 함께 사용하는 복합 흡연자(dual users)로 확인되었다.^{7,8)} 그러므로 전자담배의 실제 건강 위해성을 파악하기 위해서는 단독 사용하는 것뿐만 아니라 복합 흡연을 포함하여 비교하는 것이 필요하다. 그러나 복합 흡연자를 대상으로 염증 및 산화 스트레스 정도를 확인한 대규모 연구는 아직 그 수가 많지 않다. 따라서 본 연구는 한국 성인들을 실제 흡연 패턴에 따라 분류하여, 요 코티닌(urinary cotinine)을 니코틴 지표로,⁹⁾ 요산(uric acid)과 고감도 C-반응 단백(high sensitivity C-reactive protein; hsCRP)을 염증 지표로,¹⁰⁻¹²⁾ 그리고 체내 항산화 물질인 엽산(folate), 비타민 A, E를 산화 스트레스 지표로 각 군의 평균 농도를 비교 분석하였다.^{13,14)}

방법

1. 연구 자료 및 대상

본 연구는 제7기(2016-2018) 국민건강영양조사 원시자료를 동일 가중치 비율로 통합하여 사용하였다. 국민건강영양조사는 국가가 직접 공공복리를 위해 수행하는 연구에 해당하여 2016, 2017년도에

는 연구윤리심의위원회 심의를 면제받았으나, 2018년도는 인체 유해물 수집, 원시자료 제3차 제공 등을 고려하여 질병관리본부의 연구윤리심의위원회(IRB no. 2018-01-03-P-A)의 승인을 받아 수행되었다. 24,269명의 대상자 중 19세 미만인 4,880명, 비타민 검사 미 참여자 12,964명, 질환 진단자(뇌졸중, 심근경색 또는 협심증, 신부전, 간경변, 갑상선질환, 암) 734명, 임산부 17명, 그 외 연구 변수에 미조사 혹은 무응답 항목이 있는 483명은 제외하였다. 최종적으로 5,191명을 일반담배군, 일반담배와 전자담배를 함께 사용하는 복합 흡연군, 전자담배만을 사용하는 군, 그리고 비흡연군으로 구분하였다.

2. 연구 변수

각 대상자들의 일반적 특성을 확인하기 위해서 건강설문조사 자료를 이용하였다. 흡연 패턴은 자가 기입 형식으로 조사되었는데, 평생 100개비 이상 흡연하였으며, 현재 담배를 매일 혹은 가끔 피운다고 응답한 경우 일반담배군으로 분류하였다. 이에 해당하지 않으면서 최근 한 달 동안 전자담배를 사용한 경우 전자담배군으로 분류하였으며, 두 항목 모두에 해당하면 복합 흡연군으로 분류하였다. 비흡연군은 평생 흡연한 적이 없거나 100개비 미만 흡연하면서, 최근 한 달 동안 전자담배 사용 경험이 없는 사람들과 과거 흡연자를 포함하였다. 인구사회적 변수로 성별, 나이, 체질량지수(body mass index; BMI)를 사용하였다. 결혼 여부는 현재 배우자와 함께 생활하는 경우만 기혼으로 보았고, 그 외는 모두 미혼으로 구분하였다. 교육 수준은 최종학력을 기준으로 분류하였고, 소득수준은 대상자가구의 월 소득을 4분위수로 구분하였다. 음주는 국민건강영양조사의 기준을 따라 남성은 1회 음주 시 소주 7잔 또는 맥주 5캔 이상, 여성은 소주 5잔 또는 맥주 3캔 이상을 마시는 것을 폭음으로 보고, 전혀 마시지 않는 군과 월 1회 이하, 주 1회, 매일 폭음하는 군으로 구분하였다. 주관적 건강 상태는 ‘평소 건강은 어떻다고 생각하십니까?’라는 질문에 매우 좋음, 좋음, 보통이라고 응답한 경우를 ‘건강’군으로, 나쁨, 매우 나쁨은 ‘비건강’군으로 분류하였다. 신체 활동 제한 여부는 ‘현재 건강상의 문제나 신체 혹은 정신적 장애로 일상 생활 및 사회활동에 제한을 받고 계십니까?’라는 질문으로 분류하였으며, 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증의 질병 유무에 따라서도 구분하였다. 검진 조사 중 요 코티닌은 HPLC-MS/MS 방법으로 Agilent 1100 Series with API 4000 (AB Sciex, Framingham, USA)을 이용하여 측정하였다. 요산은 Hitachi Automatic Analyzer 7600-210 (Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 Uricase, Colorimetry 방법으로, hsCRP는 Cobas (Roche, Basel, Germany)를 이용하여 Immunoturbidimetry 방법으로 측정된 결과이다. 엽산은 ARCHITECT i4000Sr (ABBOTT, Chicago, IL, USA)을 이용한 Chemiluminescent Microparticle

Immunoassay (CMIA법)로 측정하였고, 비타민 A, E는 Agilent1200 (Agilent) 장비를 사용하여 HPLC-FID 방법을 통해 얻은 결과이다.

3. 분석 방법

분석 프로그램은 IBM SPSS Statistics 26 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 복합표본설계에 맞는 방법으로 분석을 실시하였다. 모든 분석은 유의확률 0.05를 기준으로 통계학적 유의성을 판단하였다. 첫째, 전체 대상자의 일반적 특성을 확인하기 위해 연속형 변수는 분산분석(ANOVA), 범주형 자료는 Rao-Scott 보정을 적용한 카이제곱 검정을 실시하였다. 둘째, 2016년 전자 담배 사용 경험이 있는 성인을 대상으로 전자 담배 사용의 주된 이유를 빈도분석하였다. 셋째, 흡연 패턴에 따른 각 변수들의 평균 농도를 비교하기 위해 연속형 변수의 평균과 표준오차를 제시하고 복합 표본 선형 회귀분석을 실시하였으며, 각 군 간의 비교를 위해 사후검정(post-hoc analysis)을 시행하였다. 흡연 패턴에 따라 통계적으로 유의한 차

이를 나타내는 인자들을 보정변수로 사용하였는데, model 1에서는 요 코티닌을 제외한 항목들에 대하여 요 코티닌 농도로 보정하였다. Model 2는 이에 나이, 성별, 비만도, 이상지질혈증 변수를 추가로 보정하였고, model 3는 model 2에 결혼 여부, 교육 수준, 폭음 빈도를 추가로 보정하였다.

결과

본 연구의 대상자는 총 5,191명으로 이들의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1). 일반담배군은 940명(18.7%), 복합 흡연군은 110명(2.7%), 전자담배군은 23명(0.6%), 그리고 비흡연군은 4,118명(78.0%)이었으며, 전체 전자담배 사용자 중 복합 흡연자는 82.7%이었다.

2016년 전자담배 사용 경험이 있는 성인 204명을 대상으로 전자담배를 사용하는 주된 이유를 빈도분석 하였고(Table 2), 금연 효과 및 상대적으로 낮은 유해성이 가장 많은 비율을 차지하였다.

Table 1. General characteristics by smoking pattern

Variable	Conventional smokers (n=940)	Dual users (n=110)	E-cigarette smokers (n=23)	Non-smokers (n=4,118)	P-value
Sex					<0.001
Male	794 (87.3)	100 (90.2)	21 (88.1)	1,493 (41.3)	
Age (y)	43.19±0.49	35.84±1.17	36.69±2.26	46.67±0.30	<0.001
Body mass index (kg/m ²)	24.30±0.14	25.20±0.33	25.91±0.73	23.77±0.07	<0.001
Marriage status					0.030
Married	613 (62.3)	70 (57.5)	14 (59.6)	2,891 (67.4)	
Educational level					<0.001
≤Elementary school	96 (8.4)	0 (0.0)	1 (2.6)	680 (12.7)	
Middle school	85 (7.4)	4 (4.1)	1 (4.8)	388 (8.7)	
High school	384 (44.1)	51 (49.7)	4 (13.6)	1,325 (33.6)	
≥College	375 (40.2)	55 (46.2)	17 (79.0)	1,725 (45.0)	
Household income (monthly, ₩)					0.122
Low (<1,000,000)	142 (13.1)	7 (7.8)	1 (1.8)	624 (12.3)	
Mid-low (1,000,000–2,000,000)	231 (23.7)	19 (17.5)	5 (22.8)	986 (23.0)	
Mid-high (2,000,000–3,000,000)	302 (32.9)	35 (29.9)	8 (31.2)	1,204 (30.2)	
High (>3,000,000)	265 (30.2)	49 (44.8)	9 (44.2)	1,304 (34.5)	
Frequency of binge drinking					<0.001
No or never drinking	210 (19.6)	14 (11.2)	8 (30.0)	2,276 (51.5)	
Monthly or less than once a month	303 (31.7)	47 (39.4)	9 (38.4)	1,223 (32.1)	
Weekly	291 (33.4)	29 (28.9)	5 (26.9)	458 (12.2)	
Daily	136 (15.2)	20 (20.5)	1 (4.6)	161 (4.2)	
Self-rated health					0.309
Healthy	783 (84.0)	88 (79.0)	17 (80.7)	3,461 (85.3)	
Activity restriction					0.216
Yes	48 (4.5)	2 (1.6)	0 (0.0)	256 (5.1)	
Hypertension	154 (15.2)	12 (11.9)	4 (18.4)	863 (18.4)	0.137
Diabetic mellitus	69 (6.7)	5 (3.6)	4 (16.2)	318 (6.5)	0.160
Dyslipidemia	114 (11.8)	10 (8.1)	3 (13.8)	669 (15.2)	0.034

Values are expressed as unweighted numbers (weighted %) or mean±standard error.

E-cigarette, electronic cigarette.

P-values are from Rao-Scott χ^2 test for categorical variables and analysis of variance (ANOVA) for continuous variables.

Table 2. Reasons for e-cigarette use

Reasons for e-cigarette use	Value
Helpful for smoking cessation	108 (47.5)
Less harmful than tobacco smoking	46 (23.6)
Curiosity	16 (10.3)
No smoke smell	16 (8.2)
Possibility for indoor smoking	11 (6.8)
Better flavor	3 (2.1)
Easy access to obtain	2 (0.9)
Miscellaneous	2 (0.7)
Total	204 (100.0)

Values are presented as number (weighted %).
E-cigarette, electronic cigarette.

또한, 각 변수들의 평균 농도를 비교하였다(Table 3). 요 코티닌 농도는 모든 흡연군이 비흡연군에 비해 유의하게 높았고($P<0.001$), 복합 흡연군에서 가장 높았다. 요산 농도는 모든 흡연군이 비흡연군에 비해 높았을 뿐만 아니라, 복합 흡연군의 농도가 일반담배군보다 유의하게 높았다($P<0.01$). hsCRP 농도는 모든 흡연군에서 비흡연군보다 높게 확인되었으나, 일반담배군만이 비흡연군과 유의한 차이를 보였다($P<0.05$). 보정 전 엽산의 농도는 모든 흡연군이 비흡연군에 비해 유의하게 낮았으나($P<0.001$), 보정 후에는 복합 흡연군에서 가장 높은 값을 보였고, 비흡연군과 유의한 차이는 없었다. 비타민 A의 농도는 복합 흡연군이 비흡연군보다 유의하게 높았으며($P<0.05$), 비타민 E의 농도 역시 복합 흡연군이 비흡연군보다 높은 값을 보였으나 그 차이는 유의하지 않았다.

고 찰

많은 흡연자들은 흡연량을 줄이려는 목적 또는 일반담배에 비해 덜 유해하다는 인식으로 전자담배를 사용한다. Table 2를 보면 사용자들의 71.1%가 금연 및 유해성 감소 목적으로 전자담배를 사용한다고 응답하였고, 이는 기존의 연구들과도 유사한 결과이다.⁴⁾ 그러나 선행 연구들은 전자담배가 다른 금연 방법들에 비해 금연효과가 낮다고 결론 내리기는 어렵다고 보고하였다. 62개의 연구들을 분석한 체계적 문헌연구에서는 많은 연구들이 전자담배의 금연 효과를 긍정적으로 평가하였지만, 아직 그 근거가 부족하여 추가적인 연구가 필요하다고 주장하였다.¹⁵⁾ 국내외의 연구들에서 전자담배 사용자들의 80% 이상이 복합 흡연자로 확인되었으며,^{4,16)} 복합 흡연 시 기존 흡연량을 유지한 채 추가로 전자담배를 사용하는 경향이 높아, 이에 따른 니코틴 및 다른 독성 물질에의 과다 노출 가능성을 제시하였다.¹⁷⁾

본 연구에서는 요 코티닌 농도를 통해 흡연량을 간접적으로 비교

하였다. 니코틴 대사물질인 코티닌은 흡연의 좋은 생물학적 지표로 요 검체를 주로 사용한다.⁹⁾ 본 연구의 결과에서 전자담배를 사용하며 기대한 만큼 전체 흡연량이 감소하지 않으므로, 그에 따라 습관성 중독뿐만 아니라 장기적으로 심혈관 질환의 위험을 높이는 니코틴 노출량 역시 비슷하게 유지되는 것을 확인할 수 있다.¹⁸⁾

요산은 핵산을 구성하는 퓨린의 최종 대사산물로 산화 스트레스와 염증 반응을 촉진시킨다. 국소 염증 반응과 renin-angiotensin system 활성화를 통해 혈관내피세포 기능 부전을 유발하는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁾ 선행 연구들에서 혈중 요산 농도가 대사증후군 및 심혈관 질환의 유병률과 관계가 있음이 입증되었다.^{19,20)} 흡연자에서 요산의 증가를 확인한 기존의 연구들처럼,^{21,22)} 본 연구에서도 흡연군에서 요산의 농도가 높았고, 특히 복합 흡연군이 일반담배군보다 유의하게 높은 값을 보였다.

CRP나 이보다 더 민감한 hsCRP는 염증이 있을 때 체내 생성되는 급성기 반응 물질로 전신 염증반응의 생물학적 지표이다. 특히 hsCRP는 미세한 염증반응 검출을 통해 동맥경화 및 내피세포 기능 이상을 확인할 수 있어 심혈관 질환 예측인자로 활용된다.^{11,12)} 많은 연구들에서 흡연이 CRP 혹은 hsCRP의 상승과 관련 있다고 보고하였고,^{22,23)} 전자담배 흡연에 따른 hsCRP의 상승도 확인되었다.²¹⁾ 본 연구에서도 모든 흡연군에서 높게 확인되었으며, 일반담배군과 복합 흡연군 간의 유의한 차이는 없었다. 요산과 hsCRP 결과를 통해 전신 염증반응의 측면에서 복합 흡연은 일반담배 흡연만큼 혹은 그보다 더 위해성이 큰 것을 알 수 있다.

호모시스테인(homocysteine)은 필수 아미노산인 메티오닌(methionine)의 대사과정에서 생성되는 강력한 산화제이다. 엽산은 호모시스테인 대사를 조절하여 체내 항산화 방어에 중요하게 작용한다.¹³⁾ 반복적 흡연 시 엽산 등 비타민 B군의 농도가 감소할 수 있기 때문에, 엽산 농도 측정을 통해 흡연과 산화 스트레스와의 연관성을 확인할 수 있다.²⁴⁾ 본 연구는 흡연군에서 엽산의 농도가 낮게 확인된 이전의 연구들과 같은 결과를 보였으나,^{24,25)} 보정 후에는 오히려 복합 흡연군에서 가장 높은 값이 나타났다.

비타민 A, E는 비효소계 항산화 분자로, 자유 라디칼을 포획해서 연쇄반응을 차단하는 역할을 하여 체내 항산화 상태의 변화를 조기에 알려주는 지표이다.¹⁴⁾ 흡연과의 상관성을 연구한 선행 연구들은 상반된 결과를 보여 아직 명확한 결론을 얻지 못했다. 흡연에 의한 산화 스트레스로 혈중 비타민 농도의 감소를 확인한 연구들이 있는 반면에,^{14,26,27)} 흡연군에서 높은 값을 보이거나, 유의한 차이가 없는 연구들도 있다.^{28,29)} 본 연구에서는 일반담배군과 복합 흡연군에서 비흡연군보다 높은 값을 보였다. 비타민은 섭취량이 혈중 농도에 영향을 주는 항산화물이나, 본 연구에서는 식이 섭취량이 포함

Table 3. Comparison of Ucot, UA, hsCRP, folate and vitamin A, E concentrations according to smoking patterns

Variables	Conventional smokers (a)	Dual users (b)	E-cigarette smokers (c)	Non-smokers (d)	P-value	Post-hoc
Ucot (ng/mL)	1,240.28±32.54	1,261.78±72.91	1,111.88±256.60	28.93±3.65	<0.001	a, b, c>d***
Model 1	1,240.28±32.54	1,261.78±72.91	1,111.88±256.60	28.93±3.65	<0.001	a, b, c>d***
Model 2	1,209.19±31.83	1,233.42±73.84	1,088.30±253.32	24.36±7.51	<0.001	a, b, c>d***
Model 3	1,209.69±32.74	1,226.88±75.56	1,103.70±251.76	26.42±12.62	<0.001	a, b, c>d***
UA (mg/dL)	5.76±0.05	6.34±0.15	5.84±0.33	5.05±0.02	<0.001	a, b>d*** c>d*
Model 1	5.87±0.07	6.45±0.16	5.93±0.35	5.02±0.03	<0.001	a, b>d*** c>d** a<b***
Model 2	5.35±0.06	5.74±0.14	5.19±0.30	5.14±0.03	0.041	b>a>d** b>d***
Model 3	5.37±0.07	5.77±0.14	5.23±0.31	5.19±0.04	0.001	a>d* b>d*** a<b**
hsCRP (mg/L)	1.29±0.07	1.19±0.17	1.32±0.50	1.08±0.03	0.055	a>d**
Model 1	1.42±0.12	1.31±0.19	1.42±0.51	1.05±0.04	0.066	a>d**
Model 2	1.37±0.13	1.24±0.19	1.30±0.52	1.05±0.05	0.165	a>d*
Model 3	1.42±0.13	1.31±0.19	1.32±0.51	1.09±0.06	0.149	a>d*
Folate (ng/mL)	5.41±0.10	5.72±0.28	5.05±0.42	7.64±0.07	<0.001	a, b, c<d***
Model 1	5.99±0.14	6.31±0.30	5.55±0.43	7.48±0.07	<0.001	a, b, c<d***
Model 2	6.68±0.16	7.46±0.30	6.66±0.41	7.39±0.09	<0.001	a<d*** a<b**
Model 3	6.43±0.16	7.19±0.30	6.22±0.40	7.07±0.11	<0.001	a<d*** a<b** c<b, d*
Vitamin A (mg/L)	0.60±0.01	0.65±0.05	0.56±0.03	0.51±0.00	<0.001	a>d*** b>d**
Model 1	0.59±0.01	0.64±0.05	0.55±0.04	0.51±0.01	<0.001	a>d*** b>d**
Model 2	0.58±0.01	0.65±0.05	0.55±0.03	0.53±0.01	0.001	a>d*** b>d*
Model 3	0.60±0.01	0.66±0.05	0.59±0.03	0.57±0.01	0.055	a>d* b>d*
Vitamin E (mg/L)	13.24±0.20	13.76±0.96	11.68±0.57	13.67±0.15	0.002	a<d* c<d**
Model 1	13.60±0.28	14.13±1.04	11.99±0.60	13.57±0.15	0.045	b, d>c* a>c**
Model 2	14.14±0.28	15.09±1.03	12.76±0.57	13.72±0.18	0.044	a, b>c*
Model 3	14.16±0.29	15.05±1.06	12.77±0.60	13.80±0.21	0.043	a, b>c*

Values are expressed as mean±standard error for both unadjusted and adjusted models. Model 1 was adjusted for Ucot level; in the analysis of the dependent variable, except for Ucot. Model 2 was adjusted for sex, age, body mass index, dyslipidemia in addition to the factors of model 1. Model 3 was adjusted for marriage status, educational level, frequency of binge drinking in addition to the factors of model 2.

Ucot, urinary cotinine; UA, uric acid; hsCRP, high sensitivity C-reactive protein; e-cigarette, electronic cigarette.

P-values are from complex samples general linear regression. *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.

되지 않았다. 이러한 식이 자료의 부족을 이와 같은 결과의 원인으로 고려해볼 수 있으며, 혈중 농도 변화에 영향을 줄 수 있는 다른 요소들에 대해서도 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있는데, 첫 번째는 조사방법의 한계이다. 설문조사에 복합 흡연 여부를 직접 묻는 문항이 없었고, 쉼련형과 액상형 또는 니코틴 첨가 여부 등 전자담배 유형을 구분하지 못했다. 두 번째는 혈중 농도에 영향을 줄 수 있는 식이 섭취 정도를 고려하지 못했다는 점이다. 제7기 국민건강영양조사에 엽산과 비타민 E 섭취량에 대한 자료가 없어 흡연의 영향을 독립적으로 확인

하기에 제한이 있었다. 세 번째, 본 연구는 단면연구이기 때문에 흡연과 염증, 산화 스트레스 발생에 대한 정확한 인과관계를 밝히는데 한계가 있다. 향후 흡연 패턴 및 식이 섭취량에 대하여 상세하고 명확하게 확인할 수 있는 조사 자료를 통해, 흡연에 따른 혈중 지표들의 변화 및 장기적인 영향들에 대해 관찰할 수 있는 추가 연구가 필요하다. 본 연구에서 평균 요산 농도는 일반담배군보다 복합 흡연군에서 유의하게 높았는데, 이는 대부분의 사람들이 전자담배를 사용하며 기대하는 위해감축 효과에 반하는 결과이다. 이와 같이 본 연구는 한국 성인들을 대상으로 실제 흡연 패턴을 반영하여 복합 흡연

에 초점을 맞춰 장기적으로 심혈관 질환의 위험을 높일 수 있는 전자담배 사용의 위해 정도를 확인한 대규모 연구라는 강점을 지닌다.

결론적으로, 복합 흡연 시 니코틴 노출량이 일반담배 흡연과 유의한 차이가 없으며, 요산은 일반담배 흡연 시보다 유의하게 높은 것을 확인하였다. 그러므로 전자담배 사용자에게 대한 적절한 금연교육 및 복합 흡연의 실질적인 위해 정도에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

요약

연구배경: 전자담배는 금연 효과 및 유해성이 상대적으로 낮다는 인식으로 사용률이 증가하고 있으며, 대부분의 사용자가 일반담배와 함께 복합 사용하고 있다. 이에 본 연구는 실제 흡연 패턴에 따라 일반담배군, 복합 흡연군, 전자담배군, 비흡연군으로 구분하여 체내 염증과 산화 스트레스 정도를 비교하였다.

방법: 제7기(2016-2018년) 국민건강영양조사 자료를 활용하였다. 요코티닌을 니코틴 지표로, 요산과 hsCRP를 염증 지표로, 그리고 체내 항산화물인 엽산과 비타민 A, E를 산화 스트레스 지표로 하여 각 군의 혈중 평균 농도를 비교하기 위해 복합 표본 일반 선형 회귀 분석을 실시하였다.

결과: 5,191명의 대상자를 일반담배군 940명, 복합 흡연군 110명, 전자담배군 23명, 그리고 비흡연군 4,118명으로 분류하였다. 요코티닌 농도는 비흡연군에 비해 모든 흡연군들에서 높았으며, 복합 흡연군에서 가장 높았다($P<0.001$). 요산 농도는 비흡연군에 비해 모든 흡연군에서 높았으며, 일반담배군보다 복합 흡연군에서 유의하게 높았다($P<0.01$). hsCRP 농도는 비흡연군에 비해 모든 흡연군에서 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 산화 스트레스 지표는 흡연군에서 낮을 것으로 예상한 것과 달리, 모두 복합 흡연군이 비흡연군보다 높았다.

결론: 복합 흡연 시 니코틴 노출량이 일반담배 흡연과 유의한 차이가 없으며, 요산은 일반담배 흡연 시보다 유의하게 높은 것을 확인하였다. 그러므로 전자담배 사용자에게 대한 적절한 금연교육 및 복합 흡연의 실질적인 위해 정도에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

중심단어: 흡연; 전자담배; 복합 흡연; 염증; 산화 스트레스

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Hye-jin Seo, <https://orcid.org/0000-0002-7529-2170>

Jung-ha Kim, <https://orcid.org/0000-0002-7630-9501>

Sun-ah Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1988-7900>

Woo-young Shin, <https://orcid.org/0000-0002-9495-7182>

Jie-won Lee, <https://orcid.org/0000-0001-7697-8740>

Soo Hyun Cho, <https://orcid.org/0000-0002-0054-2366>

REFERENCES

- Burke A, Fitzgerald GA. Oxidative stress and smoking-induced vascular injury. *Prog Cardiovasc Dis* 2003; 46: 79-90.
- World Health Organization (WHO). WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000-2025. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2019.
- Ministry of Health and Welfare [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2019 [cited 2020 May 28]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=351280&SEARCHKEY=TITLE&SEARCHVALUE=%EC%95%A1%EC%83%81%ED%98%95.
- Patel D, Davis KC, Cox S, Bradfield B, King BA, Shafer P, et al. Reasons for current e-cigarette use among U.S. adults. *Prev Med* 2016; 93: 14-20.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Board on Population Health and Public Health Practice; Committee on the Review of the Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems. Public health consequences of e-cigarettes. Washington DC: National Academies Press; 2018.
- World Health Organization (WHO). WHO report on the global tobacco epidemic, 2019: offer help to quit tobacco use. Geneva: World Health Organization; 2019.
- Lee JA, Kim SH, Cho HJ. Electronic cigarette use among Korean adults. *Int J Public Health* 2016; 61: 151-7.
- Bang JY, Gwak JI, Youn KH, Yoo WS. Electronic cigarette and conventional cigarette use among Korean adults: the 6th Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 2013-2015. *J Korean Soc Res Nicot Tob* 2017; 8: 80-7.
- Haufroid V, Lison D. Urinary cotinine as a tobacco-smoke exposure index: a minireview. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 162-8.
- Feig DI, Kang DH, Johnson RJ. Uric acid and cardiovascular risk. *N Engl J Med* 2008; 359: 1811-21.
- Koenig W, Sund M, Fröhlich M, Fischer HG, Löwel H, Döring A, et al. C-reactive protein, a sensitive marker of inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men: results from the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. *Circulation* 1999; 99: 237-42.
- Saito M, Ishimitsu T, Minami J, Ono H, Ohruji M, Matsuoka H. Relations of plasma high-sensitivity C-reactive protein to traditional cardiovascular risk

- factors. *Atherosclerosis* 2003; 167: 73-9.
13. Eichholzer M, Lüthy J, Gutzwiller F, Stähelin HB. The role of folate, antioxidant vitamins and other constituents in fruit and vegetables in the prevention of cardiovascular disease: the epidemiological evidence. *Int J Vitam Nutr Res* 2001; 71: 5-17.
 14. Polidori MC, Mecocci P, Stahl W, Sies H. Cigarette smoking cessation increases plasma levels of several antioxidant micronutrients and improves resistance towards oxidative challenge. *Br J Nutr* 2003; 90: 147-50.
 15. Malas M, van der Tempel J, Schwartz R, Minichiello A, Lightfoot C, Noor-mohamed A, et al. Electronic cigarettes for smoking cessation: a systematic review. *Nicotine Tob Res* 2016; 18: 1926-36.
 16. Park MB, Choi JK. Differences between the effects of conventional cigarettes, e-cigarettes and dual product use on urine cotinine levels. *Tob Induc Dis* 2019; 17: 12.
 17. Kim JY, Seo SW, Choi JE, Lee S. Awareness of electronic cigarettes among the general population and medical experts. *J Korean Soc Res Nicot Tob* 2015; 6: 102-17.
 18. Bhatnagar A. E-cigarettes and cardiovascular disease risk: evaluation of evidence, policy implications, and recommendations. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2016; 10: 24.
 19. Kivity S, Kopel E, Maor E, Abu-Bachar F, Segev S, Sidi Y, et al. Association of serum uric acid and cardiovascular disease in healthy adults. *Am J Cardiol* 2013; 111: 1146-51.
 20. Niskanen LK, Laaksonen DE, Nyssönen K, Alfthan G, Lakka HM, Lakka TA, et al. Uric acid level as a risk factor for cardiovascular and all-cause mortality in middle-aged men: a prospective cohort study. *Arch Intern Med* 2004; 164: 1546-51.
 21. Moon J, Lee H, Kong M, Kim H, Oh Y. Association between electronic cigarette use and levels of high-sensitivity C-reactive protein and uric acid. *Asia Pac J Public Health* 2020; 32: 35-41.
 22. Boshtam M, Abbaszadeh M, Rafiei M, Shahparian M, Boshtam M. Comparison of serum levels of CRP and uric acid in active, passive, and non-smokers. *ARYA Atheroscler* 2010; 2.
 23. Jamal O, Aneni EC, Shaharyar S, Ali SS, Parris D, McEvoy JW, et al. Cigarette smoking worsens systemic inflammation in persons with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr* 2014; 6: 79.
 24. Tuentner A, Bautista Nino PK, Vitezova A, Pantavos A, Bramer WM, Franco OH, et al. Folate, vitamin B12, and homocysteine in smoking-exposed pregnant women: a systematic review. *Matern Child Nutr* 2019; 15: e12675.
 25. Piyathilake CJ, Macaluso M, Hine RJ, Richards EW, Krumdieck CL. Local and systemic effects of cigarette smoking on folate and vitamin B-12. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 559-66.
 26. Bashar SK, Mitra AK. Effect of smoking on vitamin A, vitamin E, and other trace elements in patients with cardiovascular disease in Bangladesh: a cross-sectional study. *Nutr J* 2004; 3: 18.
 27. Carnevale R, Sciarretta S, Violi F, Nocella C, Loffredo L, Perri L, et al. Acute impact of tobacco vs electronic cigarette smoking on oxidative stress and vascular function. *Chest* 2016; 150: 606-12.
 28. Badea M, Gaman L, Delia C, Ilea A, Leășu F, Henríquez-Hernández LA, et al. Trends of lipophilic, antioxidant and hematological parameters associated with conventional and electronic smoking habits in middle-age Romanians. *J Clin Med* 2019; 8: 665.
 29. Dietrich M, Block G, Norkus EP, Hudes M, Traber MG, Cross CE, et al. Smoking and exposure to environmental tobacco smoke decrease some plasma antioxidants and increase gamma-tocopherol in vivo after adjustment for dietary antioxidant intakes. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 160-6.