韓國環境保健學會誌
Journal of Environmental Health Sciences
Original Article

pISSN 1738-4087 eISSN 2233-8616
J Environ Health Sci. 2022; 48(4): 216-226
https://doi.org/10.5668/JEHS.2022.48.4.216

소변 중 코티닌 농도에 따른 청소년의 자가보고 흡연 상태의 정확도 및 관련요인 분석: 제3기(2015~2017) 국민환경보건 기초조사

정선경[1,2], 박상신[1,3]*

[1]서울시립대학교 도시보건대학원, [2]국립환경과학원 환경보건연구과, [3]서울시립대학교 도시빅데이터융합학과

Analysis of the Accuracy and Related Factors of Self-Reported Smoking Status according to Urinary Cotinine Concentration in Adolescents: The KoNEHS Cycle (2015~2017)

Sunkyoung Jung[1,2] and Sangshin Park[1,3]*

[1]Graduate School of Urban Public Health, University of Seoul, [2]Environmental Health Research Division, National Institute of Environmental Research, [3]Department of Urban Big Data Convergence, University of Seoul

ABSTRACT

Background: The amount of smoking in adolescence increases with a younger age of smoking initiation and affects physical health. To establish and evaluate smoking-related policies, it is important to determine actual smoking status. Validation of self-reported questionnaires can identify the accuracy of the questionnaire data reflecting smoking status.

Objectives: The purpose of this study was to evaluate the validity of self-reported smoking status and identify factors affecting the accuracy of self-reported smoking in South Korean adolescents.

Methods: This study investigated the consistency between cotinine concentrations and self-reported questionnaire data through the analysis of urine samples collected from 922 adolescents aged 13~18 among the participants of Cycle 3 of the Korean National Environmental Health Survey. Smoking status was classified using the cotinine cut-off point of 39.85 μg/L in adolescents, and factors affecting the accuracy were analyzed through multiple logistic regression analysis.

Results: The smoking rates according to the self-reported questionnaire and cut-off point-based cotinine concentrations among adolescents were 3.1% and 5.1%, respectively. The results found 97.1% consistency between self-reported smokers and smokers according to cotinine concentration. Factors affecting the discrepancy showed a significant relationship, including gender, secondhand smoke, and use of e-cigarettes.

Conclusions: The results can be used as basic data to establish a smoking policy for adolescents through continuous monitoring and improvement of questionnaire items of factors affecting the discrepancy.

Key words: Accuracy, adolescent, cotinine, self-report, smoking

Received July 11, 2022
Revised August 14, 2022
Accepted August 20, 2022

Highlights:

- Accurate determination of smoking status is critical in adolescent smoking regulations.
- Urinary cotinine concentration from KoNEHS cycle 3 was used to validite self-reported questionnaire in Korea adolescents.
- The self-reported questionnaire and the cotinine-based classification of smoking status had consistency at 97.1%.
- Gender, passive smoking, and use of e-cigarettes could affect the consistency.

***Corresponding author:**
Graduate School of Urban Public Health, University of Seoul, 163 Seoulsiripdae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02504, Republic of Korea
Tel: +82-2-6490-6758
Fax: +82-2-6490-6754
E-mail: spark@uos.ac.kr

*이 논문은 제1저자 정선경의 2022년 석사 학위 논문의 일부를 수정·보완하였습니다.

Copyright ⓒ Korean Society of Environmental Health.

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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

흡연은 호흡기,[1,2] 순환기 질환[3,4] 및 암[5,6] 등 여러 질병의 위험 요인으로, 청소년의 흡연은 만성 질환 이외 호흡기계 장애, 운동능력 저하, 성장발육 부진 등의 원인으로 알려져 있다.[7,8] 국내 직접 흡연에 의한 추정 사망자 수는 58,036명으로,[9] 흡연 관련 조기 사망, 질병 치료비 등의 사회경제적 비용은 12조가 넘는 것으로 보고되고 있다.[9,10] 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에 따르면 흡연은 사망의 10가지 주요 위험요소 중 하나로 남성 사망의 12%, 여성 사망의 6%를 차지하며,[11] 전 세계적으로 연간 8백만 명 이상이 흡연으로 인해 사망하고 있다고 나타냈다.[12,13]

2015년 청소년 보호법 시행에 따라 청소년에게 담배 판매를 금지하면서 청소년의 흡연율이 7.8%에서 6.3% (2016년)로 감소하는 듯 하였으나, 2019년 기준 6.7% (2017년 6.4%)로 지속적으로 증가하는 추세를 보였다.[14] COVID-19 이후 또래 집단생활, 등교일수 감소 및 생활반경 축소 등 청소년의 사회환경 요소 변화 등에 따라 2021년 기준 청소년의 현재 흡연율은 4.5% (남학생 6.0%, 여학생 2.7%)로 감소하였다.[14] 그러나 청소년의 액상형 전자담배 사용률은 2020년 1.9%에서 2.9% (2021)로 증가하는 경향을 보였다.[14]

2008년 전자담배가 국내 시장에 진입된 이후 사용량이 증가하였지만, 2011년 전자담배 액상 값이 증가하면서 사용자가 감소하였다.[15] 그러나 전자담배 업계의 다양한 마케팅 전략과 전자담배 장치의 편리성, 궐련에 비해 담배 냄새가 덜하다는 등의 이유로 2013년부터 다시 사용자가 증가하는 추세를 보이고 있다.[15] 전자담배의 경우 다양한 맛과 궐련에 비해 덜 위해 하다는 오해로 인하여 청소년의 흡연을 유도할 뿐만 아니라, 이러한 제품을 접했던 청소년은 성인이 되어 흡연을 할 가능성이 최대 3배가량 증가할 수 있다고 우려하고 있다.[16]

흡연 경험이 있는 청소년들의 흡연 노출(시작) 시기를 조사한 결과, 중학교 1학년 때 12.2%, 그보다 다소 높은 17.4%가 초등학교 때 처음 흡연을 시작하였다고 응답하였다.[17] 청소년기에 흡연을 시작하는 경우 성인이 되어 매일 흡연자가 될 가능성이 높고,[18] 15세 이전에 흡연을 시작할 경우 폐암에 의한 사망률이 비흡연자보다 19배가 높고, 19세 이전에 흡연을 시작하는 경우에도 비흡연자보다 14.4배 높은 사망률을 보였다.[19]

청소년 건강행태조사의 자가보고 설문에 의한 흡연율(남학생 16.5%, 여학생 1.8%)과 코티닌 농도에 따른 흡연율(남학생 21.9%, 여학생 3.7%)은 성별에 따른 차이를 보였으며,[20] 대구지역 청소년의 자가보고 설문과 코티닌 농도의 흡연율을 비교하였을 때 연령에 따른 응답률의 차이를 보였다.[21] 자가보고 설문은 시간 및 비용이 적게 들고 설문 조사 시행이 용이하여 흡연율 파악에 많이 이용되고 있다.[22-24] 청소년 건강행태조사, 국민건강 영양조사, 국민환경보건 기초조사 등 자가보고 방식으로 설문 문항에 응답하는 경우, 특히 청소년 흡연자의 자가보고 설문에 따른 흡연율이 과소평가(under-report) 될 수 있다.[25] 청소년의 흡연 습관(행태)을 모니터링하여 건강관리 및 흡연을 예방하고 금연 정책 등을 수립하기 위하여 정확한 흡연율의 파악이 필요하다.

이에 본 연구에서는 제3기(2015~2017) 국민환경보건 기초조사(Korean National Environmental Health Survey, KoNEHS)에 참여한 청소년을 대상으로 자가보고 설문과 절사점(optimal cut-off point)을 반영한 소변 중 코티닌 농도의 일치 여부를 파악하고 정확도에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 설계 및 연구대상

본 연구는 제3기(2015~2017) KoNEHS(https://kosis.kr/statistics/국민환경보건 기초조사) 원시자료를 이용하였다. KoNEHS는 환경보건법 제14조에 의거, 우리나라 국민의 인체 내 환경오염물질 농도 및 그 영향요인을 조사·분석하여 국가 환경보건 정책의 기초자료를 제공하고 국민건강 보호에 기여할 목적으로 수행하고 있는 법정 조사로서, 전 국민을 대표하는 국가 표본 조사이다. 조사 예산과 환경유해인자 분석 비용 등을 고려하여 표본크기를 결정하고, 전국을 지역단위로 1차 층화, 남녀 공학, 남자 · 여자학교, 고등학교의 경우 일반계와 특성화계를 세부 층화 변수로 고려하여 교육통계 결과(2014)를 토대로 학급 수에 비례하는 확률비례 계통추출법에 따라 표본학교가 추출되었다. 국내 중학교 32개소, 고등학교 32개소를 대상으로 표본 추출을 통해 13~18세 중·고등학생 922명이 대상자로 선정되었다. 소변시료가 수집되지 않았거나, 시료의 양 부족으로 분석이 진행되지 못하여 코티닌 데이터가 없는(n=18) 경우를 제외하고 904명을 최종 연구대상자로 선정하였다(Fig. 1).

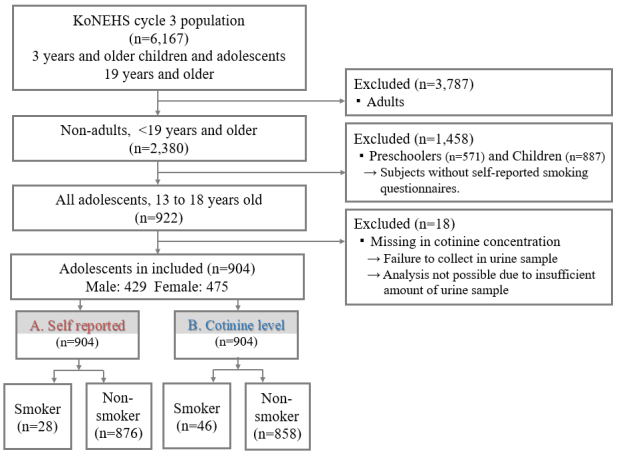

Fig. 1. Selection of study participants

Table 1. Characteristics and cotinine levels of participants in adolescents

Characteristic	Smoker (n=28)			Non-smoker (n=876)			p**
	N (%)	GM†	p*	N (%)	GM†	p*	
Sex							
Male	20 (71.4)	261 (56.5)	0.28	409 (46.7)	18.6 (4.7)	0.003	0.009
Female	8 (28.6)	427 (52.1)		467 (53.3)	4.2 (2.3)		
Age							
Middle school	2 (7.1)	80.2 (53.3)	0.23	452 (51.6)	5.3 (2.0)	0.007	<0.001
High school	26 (92.9)	326 (54.6)		424 (48.4)	17.4 (4.9)		
Father education							
Middle school or less	0 (0.0)	0 (0.0)	0.26	41 (4.7)	8.5 (4.4)	0.94	0.09
High school	16 (57.1)	356 (79.7)		336 (38.3)	10.8 (3.5)		
College and above	12 (42.9)	256 (46.7)		499 (57.0)	12.5 (4.1)		
Mather education							
Middle school or less	2 (7.1)	471 (19.6)	0.49	40 (4.6)	9.8 (7.0)	0.64	0.51
High school	15 (53.6)	295 (82.8)		400 (45.6)	11.5 (7.8)		
College and above	11 (39.3)	285 (41.8)		436 (49.8)	12.1 (3.6)		
Household income††							
Low	5 (17.9)	516 (88.1)	0.050	261 (29.8)	16.5 (6.0)	0.42	0.21
Middle	14.(50.0)	236 (68.1)		457 (52.2)	11.0 (3.3)		
High	5 (17.9)	368 (82.5)		98 (11.2)	4.7 (2.6)		
Unknown	4 (14.2)	342 (152)		60 (6.8)	10.7 (7.5)		
Smokers in the family							
Yes	11 (39.3)	380 (55.7)	0.45	171 (19.5)	24.6 (9.0)	0.11	0.010
No	17 (60.7)	261 (62.9)		705 (80.5)	8.9 (2.4)		
Father smoke							
Yes	15 (53.6)	310 (78.9)	0.90	393 (44.9)	14.0 (3.6)	0.56	0.66
No	13 (46.4)	313 (67.3)		483 (55.1)	9.9 (3.5)		
Mother smoke							
Yes	2 (7.1)	281 (0.0)	0.79	11 (1.3)	33.4 (24.0)	0.90	0.020
No	26 (0.0)	313 (57.9)		865 (98.7)	11.4 (2.9)		
Second smoke time							
No	7 (25.0)	317 (54.6)	0.89***	625 (71.4)	6.9 (3.1)	0.005***	<0.001
1~2 times (/week)	5 (17.9)	283 (175)		133 (15.2)	11.4 (6.0)		
3~7 times (/week)	16 (57.1)	374 (67.9)		118 (13.4)	38.4 (11.7)		
Electronic cigarette							
Yes	20 (71.4)	345 (60.8)	0.18	18 (2.0)	149 (45.2)	<0.001	<0.001
No	8 (28.6)	232 (82.5)		858 (98.0)	8.5 (2.1)		
Alcohol intake (/month)							
Yes	26 (92.9)	213 (59.9)	0.83	251 (28.7)	23.2 (6.6)	<0.001	<0.001
No	2 (7.1)	306 (57.9)		625 (71.3)	7.0 (2.0)		

*p-value from t-test or ANOVA, **p-value from Chi-square test and ***p for trend, †Geometric mean (standard error) of Urinary cotinine concentrations (μg/L), ††Household income is the average monthly income over the past year. Low: US$ <3,351, middle: US$ 3,351~7,819, high: US$ ≥7,819.

https://doi.org/10.5668/JEHS.2022.48.4.216

환경 유해물질과 관련된 171개의 설문 문항 중 참여자의 인구·사회·경제학적 특성, 생활 습관 등 흡연 노출 특성을 확인할 수 있는 설문 정보를 수집하였다. 시료 채취는 KoNEHS 어린이·청소년 생체시료 관리 지침서[26]에 따라 수행되었고, 생체시료 중 환경유해물질 분석매뉴얼(유기화합물)[27]에 따라 기체크로마토그래피 질량 분석법(Gas Chromatography/Mass Spectrometer, GC/MS, Clarus 680-SQ 8T; PerkinElmer, Waltham US)으로 분석된 코티닌 농도 결과를 수집하였다. 본 연구자들이 이전 연구[28]에서 보고한 흡연하는 청소년들의 코티닌 절사점(Cut-off Point 39.85 μg/L, 민감도 89.3%, 특이도 97.4%)을 바탕으로, 참여자의 소변 중 코티닌 농도가 39.85 μg/L를 초과할 경우 해당 참여자는 실제 흡연하는 것으로 간주하였다.

2. 통계 분석

대수정규분포를 보이는 코티닌 농도는 자연 로그로 변환한 후에 분석을 하였고, 층화 변수, 집락 변수, 가중치 등 대상자의 특성을 반영하여 분석을 진행하였다.

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도에 따른 흡연 상태의 정확도를 확인하기 위하여 민감도, 특이도, Kappa 계수를 확인하였다. Cohen's Kappa 상관계수는 측정 범주 값의 일치도(agreement)를 측정하는 방법으로, Landis and Koch의 해석에 따라 카파계수 값이 0.40 미만은 'poor agreement'로 낮은 일치도를 보이는 것으로, 0.40~0.75 사이는 'intermediate to good agreement'로 보통의 일치도를 보이는 것으로, 0.75 이상은 'excellent agreement'로 높은 일치도를 보이는 것으로 판단한다.

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도에 따른 흡연 상태의 불일치 요인을 알아보기 위하여 일반적(인구·사회·경제적) 특성, 선행연구 결과들을 토대로 확인된 영향요인 및 흡연관련 특성 등을 변수로 선정하여 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression analysis)을 실시하고, 교차비(odd ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)을 제시하였다.

SAS 9.4(version 9.4; SAS Institute Inc, Cary, NC, US)를 사용하여 분석하고, 'p<0.05'일 경우 통계적으로 유의미하다고 판단하였다.

Table 2. Prevalence of smoking status based on self-reported and urinary cotinine concentration

	Self-reported		Urinary Cotinine (>39.85)*	
	Smoker N (%)	Non-smoker N (%)	Smoker N (%)	Non-smoker N (%)
Sex				
Male	20 (2.2)	409 (45.3)	37 (4.1)	392 (43.4)
Female	8 (0.9)	467 (51.6)	9 (1.0)	466 (51.5)
Total	28 (3.1)	876 (96.9)	46 (5.1)	858 (94.9)

*Urinary cotinine concentration cut-off value 39.85 μg/L.

3. 연구 윤리

본 연구는 서울시립대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board)의 면제 승인(UOS 2022-04-007)을 받고 분석을 수행하였다. 분석 데이터의 활용 및 개인정보 제공에 대하여 사전 동의한 대상자들에 한해 진행된 KoNEHS 자료(국립환경과학원 생명윤리위원회 승인[NIER-2015-BR-006-01])를 활용하였다.

III. 결 과

1. 일반적 특성

본 연구 대상자 904명의 남녀 비율은 남학생 429명(47.5%), 여학생 475명(52.5%)으로 나타났다(Fig. 1). 흡연 상태는 흡연자 28명(3.1%), 비흡연자 876명(96.9%)이고, 흡연자 중 남학생이 20명(71.4%), 여학생이 8명(28.6%)으로 나타났다(Table 1). 소득수준이 낮을수록 흡연자의 코티닌 농도가 높게 나타났고(p=0.050), 거의 매일 간접흡연에 노출되거나 전자담배 경험이 있는 경우 코티닌 농도가 높게 나타났으나, 간접흡연 노출 및 전자담배 경험 유무에 따라 코티닌 농도는 증가하지 않았다. 연령이 증가할수록 비흡연자의 코티닌 농도가 높게 나타났고, 간접흡연 노출(p for trend=0.005), 전자담배(p<0.001) 및 음주 경험(p<0.001)이 있는 경우 코티닌 농도가 높게 나타났다(Table 1).

2. 흡연 여부의 정확도

청소년의 자가보고 설문에 따른 흡연율은 3.1%, 소변 중 코티닌 절사점 기준(>39.85 μg/L)에 따른 흡연율은 5.1%로 큰 차이를 보이지는 않았다(Table 2). 그러나 남학생의 자가보고 설문에 따른 흡연율은 2.2%, 코티닌 절사점 기준에 따른 흡연율은 4.1%로 약 2배 정도의 차이를 보였다.

3. 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 일치율

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도에 따른 흡연율의 일치율은 97.1% (민감도 52.2%, 특이도 99.5%)로 나타났고, Cohen's의 Kappa 계수는 0.63으로 보통의 일치도를 보이는 것으로 나타났다(Table 3). 이 결과 이외에 성별에 따른 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도에 따른 흡연율의 일치율을 살펴 보았다. 남학생 흡연율의 일치율은 94.6% (민감도 45.9%, 특이도 99.2%)로 나타났고, Cohen's의 Kappa 계수는 0.54로 보통의 일치도를 보였다. 반면 여학생 흡연율의 일치율은 99.6% (민감도 77.8%, 특이도 99.8)로 나타났고, Cohen's의 Kappa 계수는 0.91로 높은 일치도를 보이는 것으로 나타났다.

Table 3. Accuracy of self-reported smoking status according to urinary cotinine concentration

Self reported (N, %)	Urinary Cotinine*		Total (N, %)	Validity		Agreement			
	Smoker	Non smoker		Kappa† (95% CI)	Ag††	SE†	SP††	PPV§	NPV§§
Smoker	24 (2.7)	4 (0.4)	28 (3.1)						
Non smoker	22 (2.4)	854 (94.5)	876 (96.9)	0.63 (0.50~0.76)	97.1	52.2	99.5	85.7	97.5
Total	46 (5.1)	858 (94.9)	904 (100)						

*Urinary cotinine concentration cut-off value 39.85 μg/L, †Kappa statistic by Cohen, CI: confidential interval, ††AG: Agreement (%), †SE: Sensitivity (%), ††SP: Specificity (%), §PPV: Positive predictive value, §§NPV: Negative predictive value.

4. 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 불일치율

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 불일치율은 남학생 5.4%, 여학생 0.4%로 남학생(p<0.001)이 높게 나타났으며, 고등학생(p=0.017)의 불일치율이 더 높게 나타났다(Table 4). 함께 거주하는 가족(부모님 제외) 중 흡연자(p=0.007)가 있는 경우, 아버지(p=0.034)와 어머니(p=0.048)가 흡연하는 경우 불일치율이 더 높게 나타났다. 간접흡연에 노출되는 횟수에 따른 불일치율은 '없음'(1.7%), 주 1~2회(2.5%), 주 3~7회(10%) 순으로 유의하게 높아지는 것으로 나타났다(p<0.001). 전자담배 경험 유무(p<0.001) 및 음주 여부(p=0.007)에 따라 불일치율이 더 높게 나타났다.

5. 불일치에 영향을 미치는 요인

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 불일치 요인을 분석하기 위해 모든 변수를 통제하여 다중 로지스틱 회귀분석을 수행하였다(Table 5). 성별에 따른 불일치율은 여학생에 비해 남학생이 높았고(OR=13.0, [95% confidence interval, CI]=2.03 to 83.0, p=0.008), 전자담배 사용 경험이 없는 사람에 비해 경험이 있는 사람의 불일치율이 높았으며 (OR=16.7, 95% CI=3.37 to 82.8, p=0.001) 통계적으로 유의미한 관계를 보였다. 부모님의 교육 수준, 가구 소득, 가족 중 흡연자 유무, 부모님의 흡연 여부 등은 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 불일치율에 통계적으로 유의미한 관련성을 보이지 않았다.

IV. 고 찰

본 연구는 제3기 KoNEHS 데이터를 이용하여 흡연 여부에 대한 자가보고 설문의 정확도를 평가하는 것을 목적으로, 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도와의 일치율을 파악하여 정확도에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

자가보고 설문의 흡연율(3.1%) 보다 절사점을 적용한 소변 중 코티닌 농도의 흡연율(5.1%)이 2.0% 포인트 높게 나타났다. KoNEHS와 조사 수행연도가 비슷한 한국 청소년 위험행동 설문조사(2015~2016년) 참가자 1,058명을 대상으로 자가보고 흡연의 과소평가 및 한국 청소년의 유병률을 조사한 연구에서 자가보고 설문에 의한 흡연율은 7.9%, 소변 코티닌 검사에 의한 흡연율은 9.0%로 1.1% 포인트의 차이를 보였고, Kappa 계수는 0.689로 본 연구 결과(Kappa 계수: 0.63)와 유사함을 알 수 있었다.[20] 2007년 실업계 고등학생 130명을 대상으로 소변을 통한 자가보고 흡연의 타당성 연구에서 매일흡연자의 경우 민감도 54.5%, 특이도 97.9%, Kappa 계수 0.603으로 본 연구 결과(민감도 52.2%, 특이도 99.5%, Kappa 계수 0.63)와 매우 유사하였고, 일치율은 86.9%로 본 연구 결과(97.1%)가 높게 나타났다.[29]

국외 대표적인 바이오 모니터링 조사인 미국 국민건강 영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)와 캐나다 건강 측정 조사(Canadian Health Measures Surveys, CHMS)의 결과를 이용한 연구 중 NHANES 세 번째 결과의 17세 이상 인구 15,357명의 흡연에 대한 자가보고와 혈청 코티닌 수준 사이의 불일치 요인 연구에서의 흡연율은 1.2% 포인트의 차이를 보였다.[30] 2003~2010년 성인 참가자 30,298명을 대상으로 코티닌 농도에 의한 자가보고 흡연의 검증 연구에서는 0.7%의 차이를 보였다.[31] 미국 인구 12~17세 청소년 2,107명의 자가보고된 흡연과 혈청 코티닌 사이의 불일치를 조사한 연구에서는 민감도 81.3%, 특이도 96.9%로, 자가보고 흡연율은 12.9%, 코티닌 농도 기준 흡연율은 12.5%로 0.4% 포인트 차이를 보였다.[9] 캐나다 CHMS의 2007년~2009년 12세 이상 79세 미만 4,530명을 대상으로 자가보고된 흡연 상태의 타당성을 평가한 연구에서는 자가보고 흡연율(18.8%)과 코티닌 농도에 따른 흡연율(19.1%)이 0.3% 포인트의 차이로 높은 일치율(민감도 91.6%, 특이도 98.3%)을 보였다.[11]

멕시코 시티의 26개 학교 청소년 1,257명의 소변 중 코티닌 농도와 자가보고 흡연의 타당성을 평가한 연구에서는 민감도 93.2%, 특이도 81.7%로 나타났다.[32] 말레이시아 16세 청소년 314명을 대상으로 소변 코티닌 스트립 검사와 자가보고 흡연의 정확도 연구에서는 자가보고 흡연율은 8.0% 소변 코티닌 스트립 검사를 통한 흡연율은 10.8%로 2.8% 포인트의 차이를 보였으며, Kappa 계수가 0.757로 상당한 일치도를 보였다.[33] 미국과 캐나다의 바이오 모니터링 조사와 더불어 국외 연구 결과들과 일치율을 비교했을 때 본 연구의 자가보고 설문이 비교적 높은

Table 4. Characteristics related to agreement and discrepancy between self-reported and urinary cotinine concentration assessed smoking status

Characteristic	Agreement				p
	Concordant		Discordant		
	N	(%)	N	(%)	
Sex					
Male	406	94.6	23	5.4	<0.001
Female	472	99.6	3	0.4	
Age					
Middle school (13~15 years)	448	98.6	6	1.4	0.017
High school (16~18 years)	430	95.6	20	4.4	
Father education					
Middle school or less	40	98.0	1	2.0	0.53
High school	338	96.1	14	3.9	
College and above	500	97.4	11	2.6	
Mother education					
Middle school or less	41	95.6	1	4.4	0.41
High school	401	96.0	14	4.0	
College and above	436	97.9	11	2.1	
Household income (/month)					
Low (US$ <3,351)	256	96.0	10	4.0	0.61
Middle (US$ 3,351~7,819)	458	97.2	13	2.8	
High (US$ ≥7,819)	101	98.8	2	1.2	
Unknown	63	95.5	1	4.5	
Smokers in the family					
Yes	173	93.2	9	6.8	0.007
No	705	97.8	17	2.2	
Father smoke					
Yes	393	95.4	15	4.6	0.034
No	485	98.2	11	1.8	
Mother smoke					
Yes	12	82.4	1	17.6	0.048
No	866	97.2	25	2.8	
Secondhand smoke time					
No	623	98.3	9	1.7	<0.001
1~2 times (/week)	134	97.5	4	2.5	
3~7 times (/week)	121	90.0	13	10.0	
Electronic cigarette					
Yes	28	73.8	10	26.2	<0.001
No	850	98.0	16	2.0	
Alcohol intake					
Yes	258	94.0	19	6.0	0.007
No	620	98.3	7	1.7	
Total	878	97.1	26	2.9	

Table 5. Factors affecting the discrepancy to smoking rate between self-report questionnaire and according to urinary cotinine concentration

Characteristic	OR*	95% CI**	p
Sex			
Male	13.0	2.03~83.0	0.008
Female†			
Age			
Middle school (13~15 years)	0.45	0.15~1.36	0.15
High school (16~18 years)†			
Father education			
Middle school or less	0.06	0.00~3.16	0.16
High school	1.31	0.39~4.46	0.66
College and above†			
Mother education			
Middle school or less	2.65	0.09~77.0	0.56
High school	1.82	0.55~6.05	0.32
College and above†			
Household income (/month)			
Low (US$ <3,351)	1.65	0.05~54.1	0.78
Middle (US$ 3,351~7,819)	1.99	0.08~48.4	0.67
High (US$ ≥7,819)	0.17	0.01~3.45	0.24
Unknown†			
Smokers in the family			
Yes	1.59	0.45~5.66	0.47
No†			
Father smoke			
Yes	1.39	0.33~5.91	0.65
No†			
Mother smoke			
Yes	2.17	0.20~23.7	0.52
No†			
Secondhand smoke time			
No	0.22	0.08~0.61	0.004
1~2 times (/week)	0.21	0.05~0.86	0.030
3~7 times (/week)†			
Electronic cigarette			
Yes	16.7	3.37~82.8	0.001
No†			
Alcohol intake			
Yes	0.95	0.24~3.78	0.94
No†			

*OR: Odds ratio, **CI: confidential interval, †Referent.

수준의 정확도로 청소년의 흡연 상태를 반영하고 있는 자료임을 보여주는 결과라 할 수 있다.

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 일치율은 97.1%, 불일치율은 2.9%로 나타났으며, 성별에 따라 여학생보다 남학생의 불일치율이 더 높게 나타났다. 불일치 대상자인 남학생 23명 모두 하루 피우는 담배 개비수가 5개 미만으로, 미국 질병관리본부에 의하면 주로 친목을 위해 흡연하는 흡연자를 간헐적 흡연자라 하였고,[34] 이는 청소년기의 흡연 빈도가 환경적 상황(학교 또는 여가활동)에 따라 달라짐을 고려할 때 매일 흡연자가 아닌 경우 또래 친구들과 함께 어울려 일시적으로 흡연이나 음주를 하는 특성에 따라[35] 본인 스스로 흡연자라고 생각하지 않아 흡연 여부 및 노출에 대한 설문 문항과 최근 흡연에 따른 코티닌 농도가 정확하게 측정되지 않았을 수 있다고 판단된다. 이에 환경적 특성에 따른 특정 시기와 장소에 대한 구체적인 설문 문항이 추가되어야 할 것이라고 생각된다.

간접흡연에 노출되는 시간이 많을수록 불일치율이 더 높게 나타났다(p<0.001). 경기도 소재 고등학생 99명을 대상으로 청소년의 직접 및 간접흡연 노출과 체내 코티닌 농도와의 관련성을 살펴본 연구에서 간접흡연의 근원 중 하나인 친한 친구의 흡연, 아버지의 흡연, 가족 흡연 여부에 따라 소변 중 코티닌 농도와의 관련성을 분석하였고 간접흡연에 노출된 비흡연자의 소변 중 코티닌 농도를 분석한 결과 아버지가 흡연하는 경우(163.5 ng/mL) 흡연하지 않는 경우(74.2 ng/mL)에 비해 코티닌 농도가 2.2배 높게 나타났다(p=0.0312). 또한 가족 흡연자가 있는 경우(143.9 ng/mL) 가족 흡연자가 없는 경우(72.7 ng/mL)에 비해 코티닌 농도가 유의하게 높게 나타났다(p=0.034).[36] 타액 중 코티닌 농도를 분석한 결과에서는 흡연하는 친구가 있는 경우(17.5 ng/mL)가 없는 경우(9.8 ng/mL)에 비해 코티닌 농도가 약 1.8배 높았으며, 통계적으로 유의한 결과(p=0.0497)를 보였다. 이는 직접 흡연자가 아닌 청소년의 간접흡연 노출의 영향으로 자가보고 설문과 코티닌 농도의 불일치에 원인이 될 수 있다고 생각된다.

흡연하는 청소년이 거짓으로 설문에 응했을 것이라는 가설에 따라 흡연하지 않는다고 설문에 응답했지만, 코티닌 농도가 높은 청소년(n=22)에 대하여 간접흡연 특성을 확인해 보았다. 22명의 청소년을 대상으로 실내 또는 밀폐된 공간에서 간접흡연에 노출된 적이 없다고 응답한 경우와 간접흡연에 노출된 경우를 분류해 보았다. 15명이 간접흡연에 노출된 경험이 있다고 응답하였으며, 그 중에서도 13명이 남학생인 것으로 나타났다. 또한 13명 중 3명은 주1~2회 간접흡연을 하고, 10명은 주3회 이상~매일 간접흡연을 한다고 응답하였다. 이는 본 연구에서 남학생의 불일치율이 더 높은 것과 간접흡연 노출이 불일치에 영향을 미치는 것을 설명할 수 있다. 또한 간접흡연의 영향이 반영되지 않고 자가보고된 흡연 여부만으로 분류된 흡연율과 코티닌 농도에 따른 흡연율 사이의 낮은 민감도에도 영향이 있을 것이라고 생각된다. 104개 선행 연구를 통해 흡연 상태와 코티닌 절사점을 분석한 연구에 의하면 흡연상태를 묻는 설문은 '과소보고(under-report)' 또는 '위음성(false-negative: 설문

에 비흡연자로 보고하나 바이오 모니터링으로는 흡연자[양성]로 분류되는 경우)'의 위험이 있고, 비흡연자가 자신을 흡연자로 보고하지 않지만 간접흡연에 노출될 수 있어 '양성'으로 분류될 수 있음을 지적하고 있다.[37] 이를 고려하면, 남학생들에게 나타난 자가보고 설문 결과는 코티닌 농도로 흡연상태를 구분하는 방식보다 정확도가 떨어질 수 있음을 의미한다. 결과적으로, 자가보고 설문으로 흡연상태를 구분하거나 흡연율을 파악할 때 대상에 따라 주의가 필요함을 나타낸다.

선행 연구들을 살펴보면[9,11,29-32] 흡연자를 구분하는 기준(정의)이 '월간 흡연자', '주간 흡연자', '매일 흡연자', '주관적 흡연자' 등으로 다르게 나타났다. 브라질의 13~14세 청소년 2,299명을 대상으로 소변 중 코티닌 농도를 통한 월간 흡연 및 일일 흡연의 타당성을 평가한 연구에서, 10 ng/mL와 30 ng/mL 두 개의 절사점을 적용하여 일치율을 확인하였다. 10 ng/mL 이상의 소변 코티닌 절사점을 기준으로 월별 흡연의 민감도와 특이도는 16.3%, 93.6%로 나타났고, 일일 흡연의 민감도와 특이도는 6.5%, 99.9%로 나타났다. 코티닌 절사점 기준을 30 ng/mL 이상으로 적용했을 경우 월별 흡연의 민감도는 22.6%, 특이도는 93.7%로 나타났고, 일일 흡연의 민감도는 11.7%, 특이도는 99.9%로 나타났다.[38] 이 연구에서 민감도가 낮은 것은 간접흡연에 기인한 것으로 판단하였다. 이에 흡연자의 기준을 정할 때 간접흡연의 영향을 고려해야 할 필요성이 있다.

미국 NHANES (1988~1994) 데이터를 이용하여 성인 15,357명을 대상으로 자가보고와 코티닌 농도 사이의 관련 요인을 분석한 연구에서 성인의 절사점을 15 ng/mL로 제안하였고, 집안에서 담배를 피우는 흡연자와 함께 살았다고 자가보고한 비흡연자들의 높은 코티닌 농도는 환경적 담배 연기에 많이 노출된 결과임을 나타냈다.[31] NHANES (1999~2004) 데이터를 이용하여 흡연자를 구분하는 절사점을 제안한 다른 연구에서는 성인의 절사점을 3.08 ng/mL로 제안하였다.[39] 이전 연구와 비교해보면 절사점 기준이 많이 낮아졌음을 확인할 수 있다. 이는 당시 미국의 간접흡연 노출이 일반적으로 낮아 흡연자와 비흡연자를 구별하기 위한 최적의 절사점이 1980년에 결정된 것 보다 낮은 것을 발견했다고 설명했다.[39] 또한 절사점 기준의 영향을 비교하기 위해 기존 절사점과 새로운 절사점 기준을 적용하여 민감도와 특이도를 비교해 보았을 때 낮은 절사점을 사용했을 때 민감도가 훨씬 더 좋았고, 간접흡연 노출이 높은 사람들의 그룹에서 비흡연자를 흡연자로 오분류할 가능성이 더 크므로 연구에서 제안한 절사점 기준이 간접흡연 노출이 많은 비흡연자를 잘못 분류할 가능성이 높아 주의를 기울여야 한다고 설명했다. 이는 간접흡연의 노출이 많은 집단에 대하여 상이한 절사점 기준 및 적용의 필요성을 나타낸다.

한국 국민건강 영양조사(2008~2010) 자료를 바탕으로 성인의 흡연자와 비흡연자를 구분하는 소변 중 코티닌 절사점을 제안한 연구에서 성별, 연령 및 코티닌 수치뿐만 아니라 성별에 따른 '흡연 유병률'의 차이를 고려하여 절사점을 산출하였다.[40] 이에 상이한 흡연 유병률 및 간접흡연에 더 많이 노출되는 집단에 대하여 다른 값이 적용될 수 있음을 나타냈다. 자가보고된 흡연 상태를 기준으로, 비흡연자를 흡연자로 잘못 분류하는 것을 최소화하기 위해서는 높은 특이성이 요구된다. 이 연구에서 성별 및 연령 그룹에 동일한 절사점을 적용했음에도 불구하고 상대적으로 젊은 성인의 특이도 값이 낮은 현상은 간접흡연에 대한 높은 노출 수준 및 유병률의 영향일 수 있다고 나타냈다.[40] 이는 절사점을 적용하여 코티닌 농도에 따라 구분된 흡연 상태를 기준으로, 간접흡연의 노출 수준이 높아 비흡연자가 흡연자로 잘못 분류되어 민감도가 낮게 나온 본 연구 결과를 설명할 수 있다고 생각한다. 또한 성별 구분에 따라 동일한 절사점을 적용하였을 때, 남학생의 민감도가 더 낮은 결과에 대해서는 오분류 된 비흡연자 중 간접흡연에 노출된 경험이 많고 그 중에서도 남학생의 비율이 높았던 결과를 설명할 수 있다.

흡연 예방을 위한 대중 매체 캠페인의 영향을 연구하기 위하여 미국 남동부 10개 표준 대도시의 12세~14세 청소년 2,102명의 자가보고 설문 및 코티닌 수치를 이용한 연구에서는 백인과 흑인의 민감도가 각각 12.5%, 55.8%로 백인의 민감도가 낮게 나타났다.[41] 이는, 연령뿐 아니라 인종에 따라 니코틴 대사 또는 배설이 다를 수 있으며, 이러한 특성이 민감도와 특이도의 추정치에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여준다. 이렇게 낮은 유효성은 자가보고된 설문 데이터를 통한 청소년의 흡연 상태 파악 시 매우 주의해야 할 필요가 있다고 생각했다.

선행 연구에 따르면 청소년 흡연과 알코올 또는 약물 사용과 같은 물질 소비 사이에 강력한 연관성이 있음을 나타내고 있다.[42-44] 알코올 섭취가 많을수록(OR: 4.61) 매일 흡연자일 비율이 높았고,[45] 흡연하는 청소년은 이러한 행위가 알려지면 학교 교사나 가족들로부터 부정적인 평가를 받으며, 사회적 지원의 기회가 적어질 뿐만 아니라 학교생활 적응 등 다양한 스트레스를 경험하게 되므로[46] 거짓으로 설문에 응답하여 불일치와 연관되었을 가능성이 있다고 생각된다.

자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 불일치 요인을 파악하기 위해 다중로지스틱 회귀분석을 한 결과, 성별에 따른 특성은 여학생보다 남학생(OR: 13.0, p=0.008)에서 통계적으로 높았다. 청소년 건강실태조사 자료를 활용하여 일반계 및 전문계 고등학생 3,933명을 대상으로 성별에 따른 사회적·태도·내적 요인이 청소년 흡연에 미치는 영향을 분석한 연구에서 남학생의 흡연 경험(33.1%)이 여학생(10.8%)보다 높은 것으로 보고하였고, 매일 흡연율도 남학생(37.5%)이 여학생(26.8%)보다 높다고 나타냈다.[47] 흡연이 건강에 해롭다고 생각하는 인식이 여학생보다 남학생이 유의미하게 낮았고(p<0.001), 정서 조절과 자신이 어떠한 일을 성공적으로 수행할 수 있는 자신감, 능력 등으로 나타나는 '자기 효능감' 수준은 여학생보다 남학생이 유의미하게 높았다(p<0.01). 자기 효능감이 높을 경우 언제

든지 결심하면 금연할 수 있다는 왜곡된 강한 신념이 남학생의 흡연 가능성을 증가시킨다고 나타냈다.[47] 그러나 어른스러움의 표현(모방), 담배를 피우는 친한 친구들에 대한 동경 등으로 흡연을 시작하여 효능감을 강하게 느끼지만,[48] 대부분 사회의 부정적인 시선과 평가 때문에 정확하게 설문에 응하지 못했을 것이다. 친구의 흡연 습관과 함께 전자담배 사용이 청소년의 흡연 행동과 밀접하게 연관된 것으로 나타난 연구 결과에 따라,[49] 청소년의 전자담배 사용도 점차 증가하는 것을 알 수 있으며, 본인의 흡연력과 행동 특성, 품행 문제를 연관시키면서 유기명으로 조사되는 자가보고 설문에 거짓으로 응해 불일치율이 높아졌을 가능성이 있다고 생각된다. 또한 전자담배의 사용 여부뿐만 아니라 전자담배의 구입 경로, 종류, 사용 시간 등 전자담배에 관한 별도의 상세한 설문 문항이 추가되어야 할 것이라고 생각된다.

흡연하는 청소년이 거짓으로 설문에 응했을 것이라는 가설과 반대로 흡연한다고 설문에 응답했지만, 코티닌 농도가 낮아 비흡연자로 분류된 청소년(n=4)이 일부 있었다. 어제 하루동안 피운 담배 개비수가 1명은 4개비, 3명은 1개비 이하로 확인되었고, 1일 기준 담배 개비수에 따른 코티닌 농도를 비교해 본 결과 각각 2.6 μg/L, 17.4 μg/L로 반감기의 영향이 있는 것으로 보이지는 않았다.

일반적 특성과 흡연 관련 요인에 따른 코티닌 농도 분포를 살펴본 결과 남학생이 3명, 고등학생이 3명, 소득수준은 중, 음주 여부는 4명 모두 '있다'고 응답했지만, 그 외 가족 흡연자 여부, 부모님 흡연 및 간접흡연의 영향도 크게 보이지 않았다. 또한 전자담배 경험도 3명이 '없다'고 응답했다. 이는 친구와 함께 흡연하는 것을 엄연히 사회적인 활동이라고 생각함에 따라,[48] 단순하게 흡연을 한다고 거짓으로 응답했을 가능성도 있다고 생각한다. 그러나 약간이라도 몇 개비의 담배를 피웠지만 체내에 흡수된 코티닌 함량이 낮아 높은 농도가 검출되지 않았을 수도 있다.[50] 차후 소변 코티닌 검사 Kit를 이용하여 흡연 여부 판별용으로 사용한다면 거짓응답에 따른 정확도를 높이는데 효과적인 방안이 될 수 있을 것이라고 생각한다.

본 연구는 어린이와 청소년까지 조사 대상자 범위가 확대되어 처음으로 공표된 제3기 KoNEHS 청소년 결과를 바탕으로, 국내 청소년의 흡연상태를 구분하는 소변 중 코티닌 절사점 39.85 μg/L를 반영하여 자가보고 설문의 타당도 평가를 수행한 첫 연구라는데 강점이 있다. 그러나 청소년들이 과거 흡연 경험이 있거나 현재 흡연을 하지만, 흡연하지 않는다고 설문에 응답하거나 흡연량을 줄여서 거짓으로 기입하는 등의 오류와, 반대로 비흡연자이지만 코티닌 농도가 높은 청소년들의 흡연관련 설문 응답을 재확인할 수 없었다. 흡연자 기준을 단순 설문의 흡연 응답 여부로만 분류하고 코티닌 농도에 영향을 미치는 간접흡연과 같은 요인들이 고려되지 않았다. 또한 청소년 흡연자가 남학생에 편향되어 있는 한계점도 있었으며, 연구 대상자 중 소변시료를 수집하지 못하였거나, 시료 부족으로 분석 대상에서 제외되어 선택 바이어스(selection bias)가 발생했을 가능성이 있다. 1회 수집된 생체시료의 분석으로 연구대상자들의 생리적인 변동이 결과에 영향을 주었을 가능성이 있고, 담배의 종류, 담배 연기를 흡입하는 정도, 흡연 패턴(흡연 후 남은 담배의 길이) 등이 고려되지 않았다. 이에 많은 청소년 흡연자 표본을 확보하여 통계적 검정력을 높이고, 성별 및 연령뿐만 아니라 다양한 그룹의 흡연상태 구분 및 간접흡연의 노출을 고려하여 그룹별 다중 코티닌 절사점을 제안하고 평가하는 후속 연구가 필요하다.

V. 결 론

제3기 KoNEHS 청소년(n=904)을 대상으로 자가보고 설문의 타당도 평가 및 절사점을 기준으로 한 소변 중 코티닌 농도와의 일치율을 확인하여 정확도에 영향을 미치는 관련 요인을 분석하였다. 자가보고 설문에 의한 청소년의 흡연율은 3.1%, 소변 중 코티닌 농도에 의한 청소년의 흡연율은 5.1%로 산출되었고, 자가보고 설문과 소변 중 코티닌 농도의 일치율은 97.1%로 확인되었다. 정확도에 영향을 미치는 설문 문항의 보완 및 간접흡연의 특성을 고려하여 향후 KoNEHS 청소년 데이터를 이용하여 통합 분석한다면, 기수별(연도별) 청소년의 흡연율 및 경향 등을 파악할 수 있을 뿐 아니라, 청소년 흡연 정책의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 더불어 국가 표본 데이터의 신뢰성 검증을 위하여 지속적인 모니터링 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 환경부 국립환경과학원 제3기 국민환경보건 기초조사(NIER-2017-01-01-001) 자료를 받아 수행하였음.

Conflict of Interest

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

References

1. Jaén Díaz JI, de Castro Mesa C, Gontán García-Salamanca MJ, López de Castro F. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and risk factors in smokers and ex-smokers. *Arch Bronconeumol.* 2003; 39(12): 554-558.
2. Kim DS, Kim YS, Jung KS, Chang JH, Lim CM, Lee JH, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in Korea: a population-based spirometry survey. *Am J Respir Crit Care Med.*

2005; 172(7): 842-847.
3. Khang YH, Lynch JW, Jung-Choi K, Cho HJ. Explaining age-specific inequalities in mortality from all causes, cardiovascular disease and ischaemic heart disease among South Korean male public servants: relative and absolute perspectives. *Heart.* 2008; 94(1): 75-82.
4. Shah RS, Cole JW. Smoking and stroke: the more you smoke the more you stroke. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2010; 8(7): 917-932.
5. Walser T, Cui X, Yanagawa J, Lee JM, Heinrich E, Lee G, et al. Smoking and lung cancer: the role of inflammation. *Proc Am Thorac Soc.* 2008; 5(8): 811-815.
6. Hecht SS. Lung carcinogenesis by tobacco smoke. *Int J Cancer.* 2012; 131(12): 2724-2732.
7. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Annual smoking-attributable mortality, years of potential life lost, and economic costs--United States, 1995-1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2002; 51(14): 300-303.
8. Yoon SJ, Ha BM, Kang JW, Chang HC. Estimation of attributable burden due to premature death from smoking in Korea. *Korean J Prev Med.* 2001; 34(3): 191-199.
9. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Annual deaths from smoking in Korea are 58,000, and the socio-economic cost is more than 12 trillion won! Available: https://kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20501010000&bid=0015&act=view&list_no=718988 [accessed 28 June 2022].
10. Lee SM, Yoon YD, Baek JH, Hyun KR, Gang HY. Evaluation of the Socioeconomic Impacts of Major Health Risk Factors and the Effectiveness of Regulatory Policies, 1st ed. Seoul: Health Insurance Policy Institute of National Health Insurance Service; 2015. p.691-707.
11. Mathers C, Stevens G, Mascarenhas M. Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks. Geneva: World Health Organization; 2009.
12. Gellert C, Schöttker B, Brenner H. Smoking and all-cause mortality in older people: systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2012; 172(11): 837-844.
13. WHO. WHO Report on the Global Tobacco Epidemic 2021: Addressing New and Emerging Products. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240032095 [accessed 29 June 2022].
14. Korea Disease Control and Prevention Agency. The 16th Youth Health Behavior Survey Statistics. Available: https://www.kdca.go.kr/yhs/ [accessed 29 June 2022].
15. Lee S, Kim J. Evolution of tobacco products. *J Korean Med Assoc.* 2020; 63(2): 88-95.
16. Berry KM, Fetterman JL, Benjamin EJ, Bhatnagar A, Barrington-Trimis JL, Leventhal AM, et al. Association of electronic cigarette use with subsequent initiation of tobacco cigarettes in US youths. *JAMA Netw Open.* 2019; 2(2): e187794.
17. Hwang JH, Park SW. Age at smoking initiation and subsequent smoking among Korean adolescent smokers. *J Prev Med Public Health.* 2014; 47(5): 266-272.
18. Chen J, Millar WJ. Age of smoking initiation: implications for quitting. *Health Rep.* 1998; 9(4): 39-46.
19. Centers for Disease Control and Prevention. Reducing the Health Consequences of Smoking: 25 Years of Progress: A Report of the Surgeon General: Executive Summary. Available: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/13240 [accessed 1 May 2022].
20. Hwang JH, Kim JY, Lee DH, Jung HG, Park SW. Underestimation of self-reported smoking prevalence in Korean adolescents: evidence from gold standard by combined method. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(4): 689.
21. Lee S, Lee S, Bae H, Kim J, Park D. Agreement between self-reported smoking status and urinary cotinine test in high-school student in Daegu. *Korean J Fam Pract.* 2016; 6(5): 416-420.
22. Caraballo RS, Giovino GA, Pechacek TF. Self-reported cigarette smoking vs. serum cotinine among U.S. adolescents. *Nicotine Tob Res.* 2004; 6(1): 19-25.
23. Connor Gorber S, Schofield-Hurwitz S, Hardt J, Levasseur G, Tremblay M. The accuracy of self-reported smoking: a systematic review of the relationship between self-reported and cotinine-assessed smoking status. *Nicotine Tob Res.* 2009; 11(1): 12-24.
24. Wong SL, Shields M, Leatherdale S, Malaison E, Hammond D. Assessment of validity of self-reported smoking status. *Health Rep.* 2012; 23(1): 47-53.
25. Jung-Choi KH, Khang YH, Cho HJ. Hidden female smokers in Asia: a comparison of self-reported with cotinine-verified smoking prevalence rates in representative national data from an Asian population. *Tob Control.* 2012; 21(6): 536-542.
26. Yoo JY, Kim SY, Hong SY, Lee CH. Biological Sample Management Guidelines on The Third Stage Korean National Environmental Health Survey, 2nd ed. Incheon: National Institute of Environmental Research; 2019. p.11-44.
27. Yoo JY, Kim SY, Kwon YM, Jung SK, Lee CW, Yu SD. Mannual for Laboratory Procedures on The Third Stage Korean National Environmental Health Survey (Organic compounds), 1st ed. Incheon: National Institute of Environmental Research; 2018. p.19-31.
28. Jung SK, Park SS. Determination of urinary cotinine cut-off point for discriminating smokers and non-smokers among adolescents: the third cycle of the Korean National Environmental Health Survey (2015~2017). *J Environ Health Sci.* 2021; 47(4): 320-329.
29. Park SW, Kim JY. Validity of self-reported smoking using urinary cotinine among vocational high school students. *J Prev Med Public Health.* 2009; 42(4): 223-230.
30. Caraballo RS, Giovino GA, Pechacek TF, Mowery PD. Factors associated with discrepancies between self-reports on cigarette smoking and measured serum cotinine levels among persons aged 17 years or older: Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am J Epidemiol.* 2001; 153(8): 807-814.
31. Agaku IT, King BA. Validation of self-reported smokeless tobacco use by measurement of serum cotinine concentration among US adults. *Am J Epidemiol.* 2014; 180(7): 749-754.
32. Valladolid-López Mdel C, Barrientos-Gutiérrez T, Reynales-Shigematsu LM, Thrasher JF, Peláez-Ballestas I, Lazcano-Ponce E, et al. Evaluating the validity of self-reported smoking in Mexican adolescents. *BMJ Open.* 2015; 5(10): e007485.
33. Manan NA, Nawi AM, Ahmad N, Hassan MR. Self-reported smoking among adolescents: how accurate is it with the urine cotinine strip test? *Int J Pediatr Adolesc Med.* 2020; 7(2): 78-82.

34. Kang EK, Lee HY, Yoo SH, Lee JA, Cho HJ. Factors affecting secondhand smoke exposure at home and in workplace among nonsmoking Korean adults. *Korean J Fam Pract.* 2016; 6(5): 395-403.
35. Rubinstein ML. Who's smoking? Cotinine versus self-report in adolescent populations. *J Adolesc Health.* 2008; 43(3): 205-206.
36. Jee SH, Kim SJ, Won SY, Shin HS, Kim CS, Kim HJ. The study on active and environmental tobacco smoke in biological samples among high school students in Korea. *Korean J Epidemiol.* 2002; 24(1): 83-92.
37. Kim S. Overview of cotinine cutoff values for smoking status classification. *Int J Environ Res Public Health.* 2016; 13(12): 1236.
38. Malcon MC, Menezes AM, Assunção MC, Neutzling MB, Hallal PC. Agreement between self-reported smoking and cotinine concentration in adolescents: a validation study in Brazil. *J Adolesc Health.* 2008; 43(3): 226-230.
39. Benowitz NL, Bernert JT, Caraballo RS, Holiday DB, Wang J. Optimal serum cotinine levels for distinguishing cigarette smokers and nonsmokers within different racial/ethnic groups in the United States between 1999 and 2004. *Am J Epidemiol.* 2009; 169(2): 236-248.
40. Kim S, Jung A. Optimum cutoff value of urinary cotinine distinguishing South Korean adult smokers from nonsmokers using data from the KNHANES (2008-2010). *Nicotine Tob Res.* 2013; 15(9): 1608-1616.
41. Bauman KE, Ennett SE. Tobacco use by black and white adolescents: the validity of self-reports. *Am J Public Health.* 1994; 84(3): 394-398.
42. Moss HB, Chen CM, Yi HY. Early adolescent patterns of alcohol, cigarettes, and marijuana polysubstance use and young adult substance use outcomes in a nationally representative sample. *Drug Alcohol Depend.* 2014; 136: 51-62.
43. Do EK, Prom-Wormley EC, Eaves LJ, Silberg JL, Miles DR, Maes HH. Genetic and environmental influences on smoking behavior across adolescence and young adulthood in the Virginia twin study of adolescent behavioral development and the transitions to substance abuse follow-up. *Twin Res Hum Genet.* 2015; 18(1): 43-51.
44. Surís JC, Berchtold A, Akre C. Reasons to use e-cigarettes and associations with other substances among adolescents in Switzerland. *Drug Alcohol Depend.* 2015; 153: 140-144.
45. Banzer R, Haring C, Buchheim A, Oehler S, Carli V, Wasserman C, et al. Factors associated with different smoking status in European adolescents: results of the SEYLE study. *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 2017; 26(11): 1319-1329.
46. U.S. Department of Health and Human Services. Smoking Cessation: A Report of the Surgeon General-Executive Summary. Available: https://www.hhs.gov/sites/default/files/2020-cessation-sgr-executive-summary.pdf [accessed 1 May 2022].
47. Chun JS. Social, attitudinal, and intrapersonal factors influencing smoking among adolescents: focusing on gender differences. *Korean J Youth Stud.* 2014; 21(1): 27-50.
48. Lee JH, Kang ES, Lee MH, Lee YE. The effect of self-efficacy promotion smoking cessation program for middle school students. *J Korean Community Nurs.* 2001; 12(3): 716-731.
49. Gunter R, Szeto E, Jeong SH, Suh S, Waters AJ. Cigarette smoking in South Korea: a narrative review. *Korean J Fam Med.* 2020; 41(1): 3-13.
50. Paci E, Pigini D, Bauleo L, Ancona C, Forastiere F, Tranfo G. Urinary cotinine concentration and self-reported smoking status in 1075 subjects living in central Italy. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(4): 804.

〈저자정보〉
정선경(연구원, 대학원생), 박상신(교수)