

담배폐해 기획보고서

간접흡연



질병관리청
Korea Disease Control and
Prevention Agency



담배폐해통합지식센터
Tobacco Control Integrated Knowledge Center

집필 및 검토

제 1 장 담배폐해 기획보고서 개요

(집필) 조성일 서울대학교 보건대학원 교수·담배폐해통합지식센터 센터장
강희원 고려대학교 보건과학연구소 교수
김슬기 담배폐해통합지식센터 책임연구원

제 2 장 간접흡연 노출 평가 (1) 환경측정 기반

(집필) 양원호 대구가톨릭대학교 보건관리학과 교수
(간사) 임민경 인하대학교 의과대학 교수
(검토) 김치년 연세대학교 보건대학원 교수
이채관 인제대학교 의과대학 교수

제 3 장 간접흡연 노출 평가 (2) 생체지표 활용

(집필) 박은영 고려대학교 의과대학 교수
(간사) 임민경 인하대학교 의과대학 교수
(검토) 이도훈 국립암센터 진단검사의학과 교수
황상현 울산대학교 의과대학 교수

제 4 장 간접흡연 위해 평가 (1) 암, 심뇌혈관, 호흡기질환

(집필) 백유진 한림대학교 의과대학 교수
(간사) 박수잔 인하대학교 의과대학 교수
(검토) 이연숙 인제대학교 일산백병원 가정의학과 교수
최유리 화순전남대학교병원 가정의학과 교수

제 5 장 간접흡연 위해 평가 (2) 정신질환, 감염질환, 기타질환

(집필) 이승훈 부산대학교 의과대학 교수
(간사) 박수잔 인하대학교 의과대학 교수
(검토) 김희진 연세대학교 융합보건의료대학원 교수
서유빈 원광대학교 산본병원 가정의학과 교수

제 6 장 간접흡연 노출 위해 커뮤니케이션

(집필) 백혜진 한양대학교 광고홍보학과 교수
(간사) 김진영 한국담배규제연구교육센터 부센터장
(검토) 유현재 서강대학교 커뮤니케이션대학 교수

제 7 장 공공장소 및 사업장 실내금연정책

(집필) 조홍준 울산대학교 의과대학 명예교수
(간사) 이성규 한국담배규제연구교육센터 센터장
(검토) 지선하 연세대학교 융합보건의료대학원 교수

편집

조성일 서울대학교 보건대학원 교수·담배폐해통합지식센터 센터장
김슬기 서울대학교 담배폐해통합지식센터 책임연구원
강나은 서울대학교 담배폐해통합지식센터 선임연구원
김예현 서울대학교 담배폐해통합지식센터 연구원
김도윤 서울대학교 담배폐해통합지식센터 연구원

발간

오진희 질병관리청 건강위해대응관
안윤진 질병관리청 기후보건·건강위해대비과장
강성현 질병관리청 기후보건·건강위해대비과 연구관
박성희 질병관리청 기후보건·건강위해대비과 선임연구원

발간일

2025년 12월 31일

목차

제1장

담배폐해 기획보고서 개요

I. 배경 및 목적	2
II. 내용 구성, 자료원 및 작성 방법	4
III. 장별 주요 결과	10

제2장

간접흡연 노출 평가 (1) 환경측정 기반

I. 개요	16
II. 환경측정 기반 노출 평가 정의 및 방법	17
III. 환경측정 기반 노출 평가 연구 동향	28
IV. 소결	35

제3장

간접흡연 노출 평가 (2) 생체지표 활용

I. 개요	42
II. 생체지표 활용 노출 평가 정의 및 개념	43
III. 생체지표 활용 노출 평가 연구 동향	47
IV. 소결	80

제4장

간접흡연 위해 평가 (1) 암, 심뇌혈관, 호흡기질환

I. 개요	94
II. 암	95
III. 심뇌혈관질환	107
IV. 호흡기질환	116
V. 소결	125

제5장

간접흡연 위해 평가 (2) 정신질환, 감염질환, 기타질환

I. 개요	138
II. 정신 및 신경질환	140
III. 감염질환	154
IV. 구강질환	160
V. 모체-태아 영향	166
VI. 기타 질환	174
VII. 전자담배 간접흡연의 건강영향	187
VIII. 소결	189

제6장

간접흡연 노출 위해 커뮤니케이션

I. 개요	214
II. 간접흡연에 대한 인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 관한 연구 ..	216
III. 인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 효과적인 커뮤니케이션	219
IV. 행동변화와 간접흡연 노출 감소를 위한 중재 효과	223
V. 담배 산업의 간접흡연 규제 회피 전략	228
VI. 소결	230

제7장

공공장소 및 사업장 실내금연정책

I. 개요	240
II. 공공장소 및 사업장 실내금연정책 및 제도	241
III. 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과	246
IV. 공공장소 및 사업장 이외의 금연정책	256
V. 공공장소 및 사업장 실내금연법의 효과적인 시행을 위한 원칙과 우리나라의 현실	258
VI. 소결	260

용어집	267
-----------	-----

발간사



흡연은 대다수 국민이 접할 수 있는 건강위해요인으로, 각종 암, 심혈관계질환, 호흡기질환 등의 발생 원인이 됩니다. 한편, 간접흡연(Secondhand smoke)은 흡연자에 의해 발생한 연기 등을 자신도 모르는 사이에 가정, 직장, 공공장소 등에서 들이마시게 되는 현상으로, 직접흡연 못지않은 건강위해요인으로 각종 질환을 야기함으로써 마찬가지로 주요한 공중보건학적 문제로 대두되었습니다.

세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 담배규제 기본협약(Framework Convention on Tobacco Control, FCTC) 제8조에서 국민을 담배연기 노출로부터 보호해야 한다는 내용을 명시하고 있으며, 미국 보건의로 총감보고서(Surgeon General's Report, SGR)에서도 담배연기에 대한 비자발적 노출의 건강영향에 관한 보고서를 발간함으로써 간접흡연의 위해성에 대해 시사하고 있습니다.

이에, 질병관리청에서도 간접흡연 피해를 예방하고 관련된 과학적 정책 근거를 마련하고자, 간접흡연의 노출 현황과 건강영향, 정책적 효과 등에 대해 국내외 최신의 문헌을 종합적으로 고찰한 「2025년 담배폐해 기획보고서: 간접흡연」을 발간합니다. 본 보고서는 담배폐해통합지식센터를 중심으로 의학, 보건학, 심리학 등 다분야 전문가로 구성된 47명의 '흡연폐해 조사·연구 전문가 자문단'에 의해 집필 및 검증되었습니다.

국내외 연구를 종합·고찰한 보고서를 통해 확인한 결과, 비흡연자는 공공장소, 차량 등에서 일정 수준 초미세먼지(PM2.5)나 니코틴 등 담배 배출 성분에 노출될 수 있는 것으로 나타났습니다. 특히 국내 자기기입식 설문조사로 확인된 간접흡연 노출률에 비해 소변 중 코티닌과 같은 생체지표를 활용한 평가에서 노출 수준이 더 높은 것으로 확인되었습니다. 간접흡연 노출이 증가할수록 폐암, 허혈성 심질환, 뇌졸중 발생이 뚜렷하게 증가하는 연관성이 발견되었으며, 그 외에도 만성폐쇄성폐질환(COPD), 천식, 우울증, 수면장애 등과 같은 다양한 질환 발생 위험을 높이는 것으로 나타났습니다. 이러한 위험은 어린이, 임산부, 노인, 기저질환자 등과 같은 취약집단에서 특히 민감하다는 점을 강조하고 있습니다.

간접흡연에 관한 연구를 집대성한 이번 보고서가 흡연폐해 예방 및 관련 규제 정책 강화에 활용되기를 기대합니다. 앞으로도 질병관리청은 국민의 흡연폐해 예방과 담배규제정책 및 금연정책 강화를 위해 과학적인 근거자료 마련을 위한 조사·연구를 지속 강화하기 위해 노력하겠습니다.

이번 보고서 발간에 애써주신 많은 전문가 여러분의 노고에 깊이 감사드리며, 앞으로도 흡연폐해를 위한 질병관리청의 건강한 동행에 지속적인 관심과 지원 부탁드립니다.

질병관리청장 임 승 관



간접흡연으로 인한 건강 피해는 중요한 공중보건 과제로 계속되고 있습니다. 가정, 직장, 공공장소 등 다양한 생활 공간에서 발생하는 간접흡연은 비흡연자의 선택권과 무관하게 건강을 위협하며, 특히 어린이·청소년, 임산부, 노인 등 취약집단에게 치명적인 영향을 미칠 수 있습니다.

2023년 질병관리청 조사에 따르면, 수년간 꾸준히 감소하던 직장 및 가정 내 간접흡연 노출률이 모두 반등하는 우려스러운 결과가 나타났습니다. 이러한 변화는 그간의 정책적 노력에 따른 성과에 안주해서는 안 되며, 간접흡연 문제에 대한 경각심을 새롭게 하고 지속적인 관심이 필요함을 보여줍니다. 이에 우리 센터는 간접흡연의 현황과 건강영향을 종합적으로 고찰하고, 향후 정책적 대응을 모색하기 위해 「담배폐해 기획보고서: 간접흡연」을 발간하게 되었습니다.

본 보고서는 기존 연구와 문헌을 종합하여 간접흡연 문제를 다각도로 정리하였습니다. 첫째, 간접흡연의 노출 양상과 특성을 검토하였으며, 둘째, 심혈관질환·호흡기질환·암 등 주요 만성질환뿐 아니라 정신건강과 감염성 질환 위험 등 폭넓은 건강위해를 분석하였습니다. 셋째, 공공장소 금연정책, 직장 및 주거지 보호 대책, 사회적 인식 개선 전략 등 정책적 대응 방안을 고찰하여 연구 결과가 실제 제도와 환경 개선에 활용될 수 있도록 하였습니다.

이번 보고서가 간접흡연으로 인한 사회적 피해를 줄이고, 국민 모두가 안심할 수 있는 금연 환경 조성에 기여하기를 기대합니다. 더 나아가 건강 형평성을 높이고, 특히 취약계층이 불평등한 피해를 겪지 않도록 하는 사회적 논의의 촉매제가 되기를 바랍니다. 이 연구가 가능하도록 헌신해 주신 연구진과 실무진들께 깊이 감사드리며, 국민 건강 증진과 담배 폐해 없는 사회 구현을 위해 앞으로도 많은 관심과 협력을 부탁드립니다.

연구책임자·서울대학교 담배폐해통합지식센터장 **조 성 일**

제1장

담배폐해 기획보고서 개요

I. 배경 및 목적

II. 내용 구성, 자료원 및 작성 방법

III. 장별 주요 결과

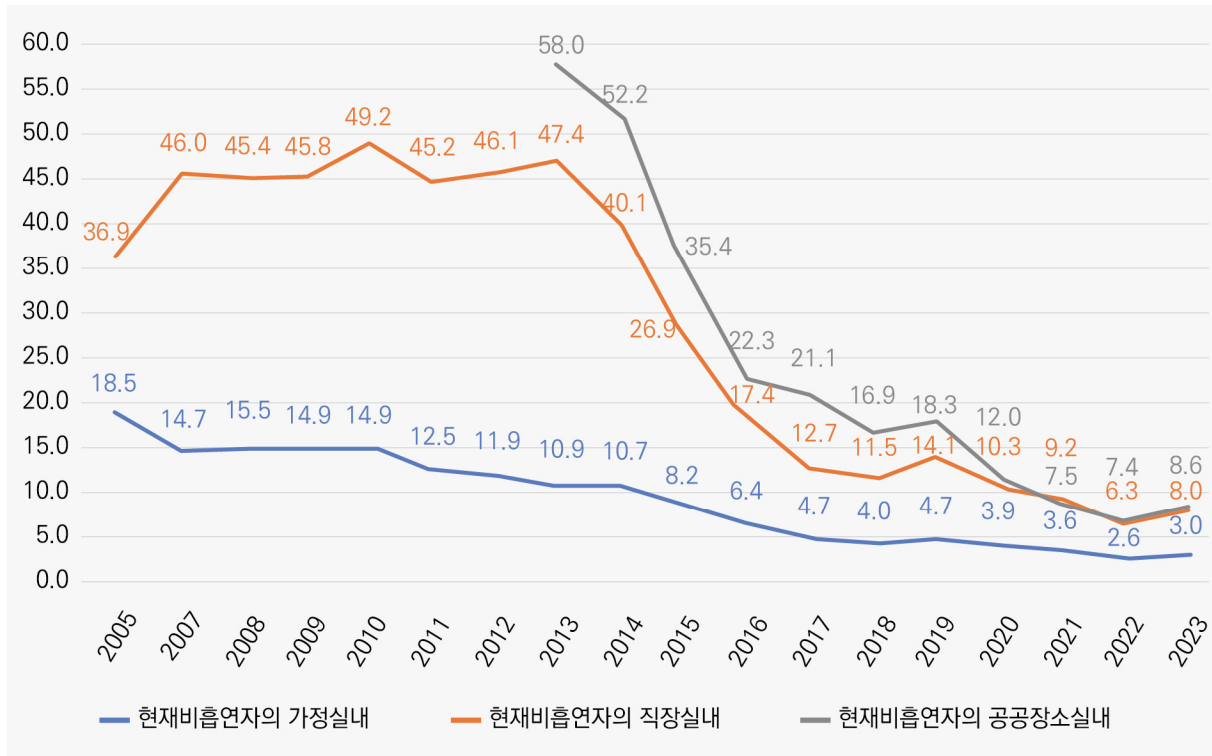
I 배경 및 목적

2023년 기준 우리나라 성인 비흡연자의 간접흡연 노출률은 가정 실내 3.0%, 직장 실내 8.0%, 공공장소 실내 8.6%로 조사되었다(질병관리청, 2025). 가정 실내 간접흡연 노출률은 2005년 18.5% 이후 2022년 2.6%까지 크게 낮아졌으나 2023년에는 3.0%로 소폭 반등하였다(질병관리청, 2025). 직장 실내 노출률 역시 2013년 47.4%에서 2022년 6.3%까지 꾸준히 감소하였으나 2023년에는 8.0%로 다시 증가하였다(질병관리청, 2025). 공공장소 실내 노출 또한 2013년 58.0%에서 2022년 7.4%까지 감소한 뒤 2023년에는 8.6%로 상승하였다(질병관리청, 2025). 이처럼 간접흡연 노출은 전반적으로 감소해왔으나 최근 조사에서 반등하는 양상을 보이고 있다(그림 1-1).

간접흡연은 심혈관질환, 호흡기질환, 암 등 주요 만성질환뿐 아니라 정신건강 저하와 감염성 질환 위험 증가 등 광범위한 건강 문제와도 관련된다. 또한 간접흡연은 개인의 선택과 무관하게 발생하며, 아동·청소년, 임산부, 노인 등 취약집단의 건강에 직접적 영향을 미친다. 아동과 청소년은 성장기 면역체계와 호흡기 발달이 미완전하여 간접흡연 노출 시 호흡기 감염과 천식 악화에 더 취약하며, 임신 중 간접흡연 노출은 유산, 저체중 출산, 조산 등 불리한 임신 결과와 관련된다(Sharma & Khapre, 2021). 노인의 경우 간접흡연 노출이 인지 기능 저하와 같은 신경학적 건강 문제와 연관된다는 연구 결과가 보고되었다(García-Esquinas et al., 2022). 더 나아가 사회적 건강 부담과 불평등을 심화시키는 정책적 과제로 평가된다(Su et al., 2025).

최근에는 쥘련형 전자담배와 액상형 전자담배 등 신종담배의 확산으로 간접흡연의 개념과 노출 양상이 변화하고 있다. 기존의 연기뿐 아니라 에어로졸을 통한 노출까지 포함해야 하며(Cui et al., 2024), 호흡기 자극과 장기적인 건강위해 가능성이 존재하는 것으로 보고된다(Yayan et al., 2024). 이러한 변화는 간접흡연의 위험을 보다 정밀하게 평가하고, 정책적·제도적 대응을 요구하는 중요한 배경이 된다.

이에 본 문헌고찰 보고서는 간접흡연의 노출 평가, 건강위해 평가, 정책적 활용 방안에 대해 기존 연구를 체계적으로 통합, 검토하였다. 이를 통해 향후 정책 수립과 연구 설계에 활용 가능한 근거를 제공하고자 한다.



[그림 1-1] 현재 비흡연자의 간접흡연 노출률*

* 현재비흡연자의 가정실내 간접흡연 노출률: 최근 7일 동안 현재 일반담배(궐련) 비흡연자(과거 일반담배(궐련)흡연자 포함) 중 가정 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 비율
 현재비흡연자의 직장실내 간접흡연 노출률: 최근 7일 동안 현재 일을 하고 있는 일반담배(궐련) 비흡연자(과거 일반담배(궐련)흡연자 포함) 중 직장 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 비율
 현재비흡연자의 공공장소실내 간접흡연 노출률: 최근 7일 동안 현재 일반담배(궐련) 비흡연자(과거 일반담배(궐련)흡연자 포함) 중 공공장소 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 비율

출처: 질병관리청. (2025). 2023 국민건강통계.

II

내용 구성, 자료원 및 작성 방법

1 보고서의 구성

이 보고서는 간접흡연 노출에 대한 종합적인 내용을 담기 위하여 해외에서 선행 출판된 주요 국가의 관련 보고서 구성을 참고하였다. 미국 보건의료총감보고서(Surgeon General's Report, SGR)는 간접흡연의 건강영향과 정책적 대응을 다룬 대표적 문헌으로, 2006년 보고서에서는 간접흡연의 노출경로와 위해성, 질병 부담, 취약집단에 미치는 영향을 체계적으로 정리하였으며, 2014년 보고서에서는 흡연과 간접흡연이 인체 전반에 미치는 건강영향을 최신 근거에 따라 종합하였다(U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 2006; 2014) (표 1-1).

특히 2006년 보건의료총감보고서는 가정, 직장, 공공장소 등 다양한 생활환경에서의 간접흡연 노출 수준과 그로 인한 심혈관질환, 호흡기질환, 암 발생 위험을 중점적으로 다루었으며, 아동과 임산부를 포함한 취약계층의 건강 피해를 강조하였다. 또한, 금연 환경 조성의 효과, 간접흡연 규제정책의 성과, 향후 정책적 방향을 구체적으로 제시하였다. 2014년 보고서에서는 간접흡연뿐 아니라 담배 사용 전반에 대한 최신 과학적 증거를 종합하면서, 간접흡연으로 인한 생식건강, 면역계, 감염성 질환 위험 등에 관한 근거도 포함하였다(표 1-1).

따라서 본 보고서는 기존 문헌고찰을 기반으로, 간접흡연 노출 현황 및 평가, 간접흡연으로 인한 건강위해, 간접흡연 노출 저감과 금연 환경 조성을 위한 정책적 활용 방안을 중심으로 최근의 국내외 연구결과를 종합하고자 하였다.

〈표 1-1〉 국외 간접흡연 관련 선행 보고서 목차

발간기관	연도	보고서 제목	목차 구성
USDHHS	2006	Surgeon General Report: The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke	제1장. 서론(Introduction) 제2장. 간접흡연 노출과 흡연 노출의 비교(Secondhand Smoke Exposure and Active Smoking) 제3장. 간접흡연의 독성 및 발암성(Toxicology of Secondhand Smoke) 제4장. 간접흡연과 질병 부담(Epidemiologic Evidence on the Health Effects of Secondhand Smoke Exposure) 제5장. 취약집단에 대한 영향(Effects on Children and Other Susceptible Populations) 제6장. 간접흡연 노출 감소를 위한 정책·중재(Interventions to Reduce Secondhand Smoke Exposure) 제7장. 결론 및 향후 과제(Conclusions and the Way Forward)
USDHHS	2014	Surgeon General Report: The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress	제1장. 서론 및 배경(Introduction and Background) 제2장. 담배 사용과 질병 발생에 대한 최신 증거(New Evidence on the Health Consequences of Smoking and Secondhand Smoke) 제3장. 간접흡연의 건강영향(Health Effects of Secondhand Smoke Exposure) 제4장. 생식 건강 및 발달에 대한 영향(Reproductive and Developmental Effects) 제5장. 담배 관련 사회·경제적 부담(Social and Economic Costs of Tobacco Use) 제6장. 정책적 진전 및 성과(Progress in Tobacco Control Policy) 제7장. 미래 전망 및 정책 제언(Vision for the Future)

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

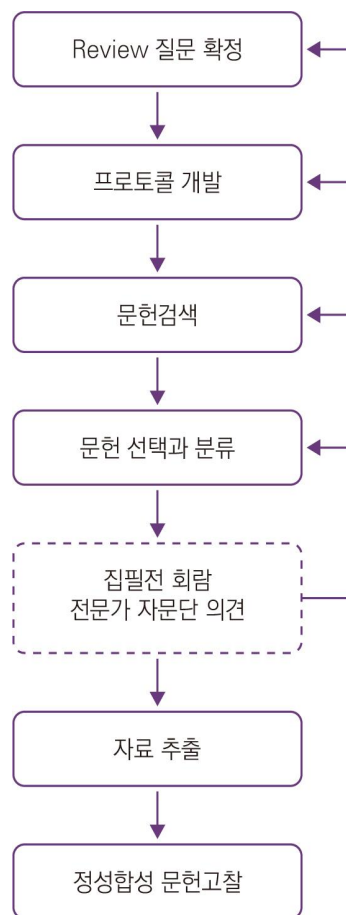
제 6 장

제 7 장

2 자료원

가. 문헌검색 전략

이 연구는 체계적 문헌고찰의 문헌검색과 선정 과정을 따라 수행되었다. 문헌검색은 간접흡연 정의에 대한 검색어를 사용하여 검색식을 개발하여 수행하였고, 검색된 문헌은 본 보고서의 주제 범위를 고려하여 고찰 대상 문헌과 비대상으로 선별하였다. 문헌검색과 선정 작업은 보고서 내 통일성을 유지하기 위하여 총괄팀에서 진행한 후 집필진에게 공유하였으며, 문헌 검색과 선정 작업은 1차 진행 후 집필진 및 전문가 자문단의 의견에 따라 수정·보완을 거쳤다(그림 1-2).



[그림 1-2] 문헌고찰 흐름도

문헌 검색을 위해서는 국내외 대표적인 문헌 데이터베이스를 사용하였다. 국외 문헌은 펍메드(PubMed), 코크란(Cochrane), 엠베이스(Embase), 시날(CINAHL) 데이터베이스를 사용하였고, 국내 문헌은 펍메드(PubMed), 코리아메드(KoreaMed), 디비피아(DBpia)를 사용하였다. 또한 국내 연구의 경우, 신뢰할 수 있는 회색문헌을 보완적으로 반영하기 위하여 정부연구관리시스템 PRISM 등 일부 정책자료를 참고하였다(표 1-2).

검색어는 간접흡연의 다양한 개념과 담배제품 전반을 포괄하도록 구성하였다. 간접흡연 관련 용어는 Secondhand smoke, Passive smoke, Involuntary smoke exposure, Environmental tobacco smoke, Thirdhand

smoke, Residual tobacco smoke, Vape aerosol deposition 등을 포함하였고, 국문 검색에서는 간접흡연, 수동흡연, 환경담배연기, 삼차흡연 등을 사용하였다. 담배제품은 일반담배(궐련) 및 전자담배를 포함하여 Tobacco, Cigarette, E-cigarette, Vaping, Heated tobacco products(HTPs), IQOS, Glo, Hookah, Waterpipe 등으로 확장하였다(표 1-3).

〈표 1-2〉 문헌 검색 데이터베이스

구분	데이터베이스
국외	PubMed, Cochrane, EMBASE, CINAHL
국내	PubMed, KoreaMed, DBpia, PRISM

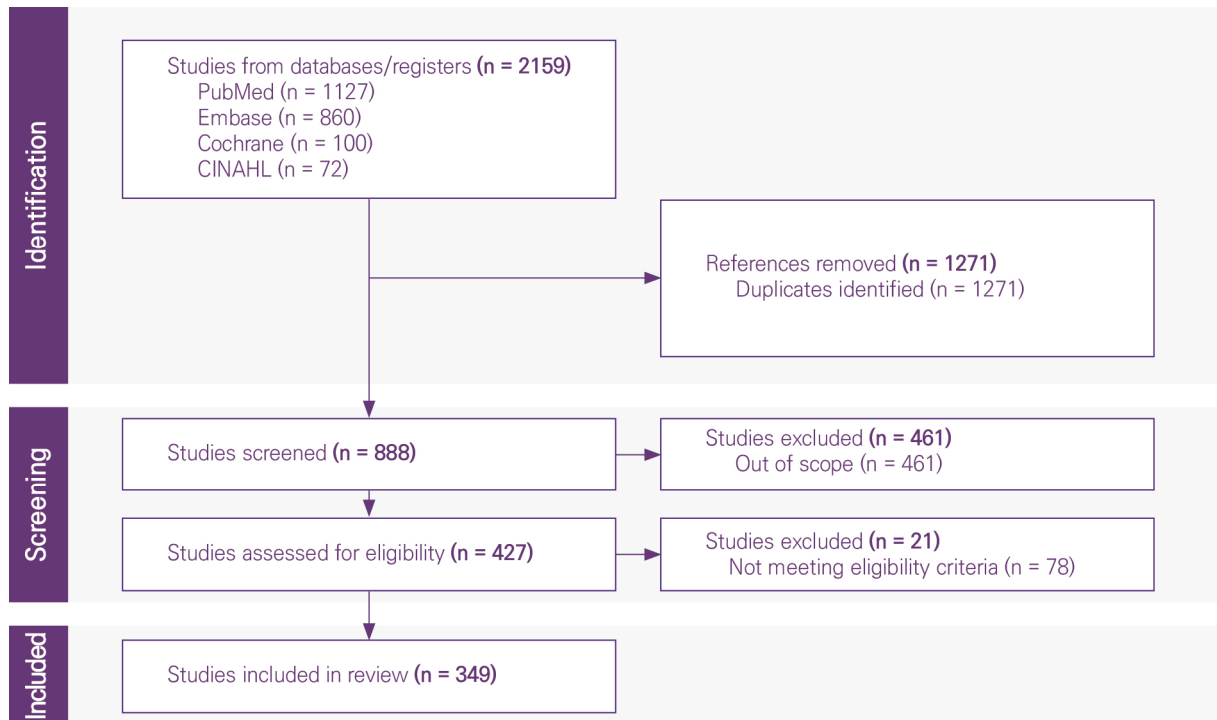
〈표 1-3〉 주요 문헌 검색어

구분	검색어
간접흡연	Secondhand smoke, Passive smoke, Involuntary smoke exposure, Smoking exposure, Environmental tobacco smoke, Secondhand vaping, Secondhand exposure, Thirdhand smoke, Residual tobacco smoke, Tobacco smoke residue, Cigarette smoke residue, Surface contamination, Persistent tobacco pollution, Re-emission, Off-gassing, Aerosol chemical composition, Ultrafine particles, Vape aerosol deposition
담배제품	Tobacco, Cigarette, E-cigarette, Electronic cigarette, Vaping, Heated tobacco products, HTPs, IQOS, Glo, Ploom, Hookah, Waterpipe, Shisha, Cigar, Cigarillo, Smokeless tobacco, Snus, Nicotine pouch

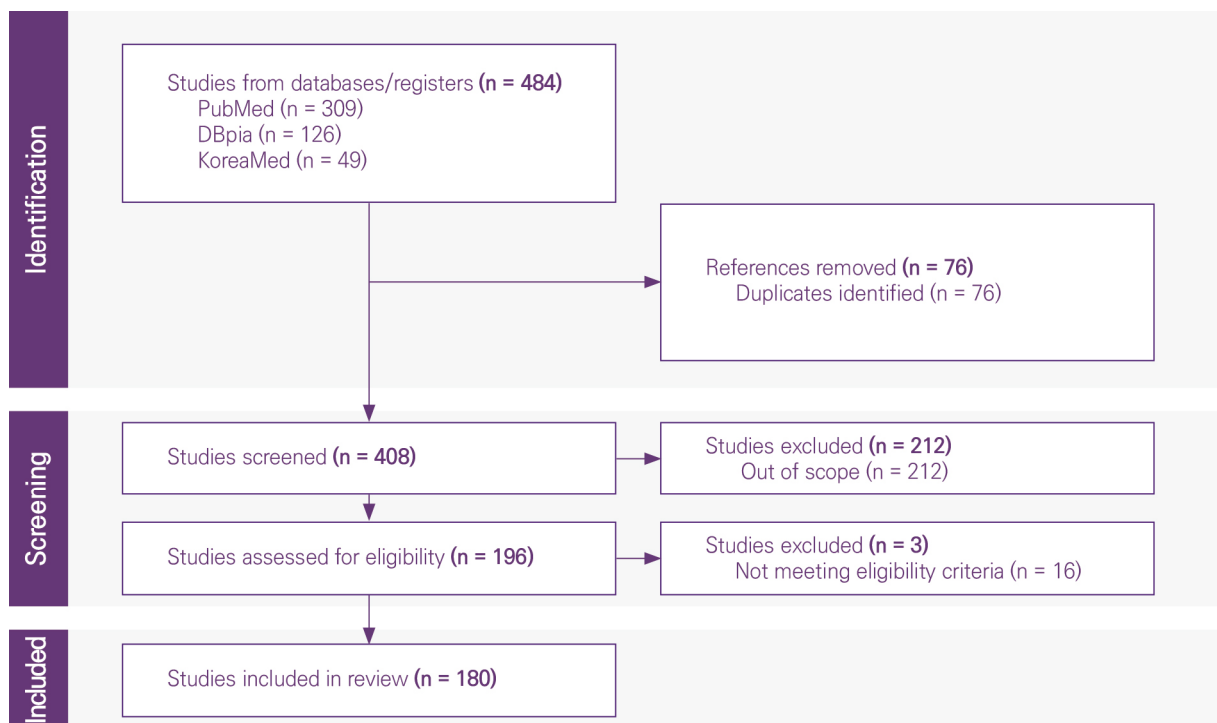
나. 문헌검색 결과

간접흡연에 대한 최근 10년의 문헌 검색 결과, 국외 데이터베이스에서는 펍메드(PubMed) 1,127편, 엠베이스(Embase) 860편, 코크란(Cochrane) 100편, 시날(CINAHL) 72편이 검색되었고, 중복을 제거한 후 총 888편의 문헌을 초록과 제목을 기준으로 1차 검토하였다. 이후 2차 검토를 통해 문헌고찰 범위에 해당하지 않는 문서와 영어가 아닌 언어로 작성된 경우, 연구 설계, 연구 환경, 중재 등 기준에 부합하지 않는 문헌을 제외한 후 최종 349편을 전문 검토 문헌으로 선정하였다(그림 1-3).

또한 국내 데이터베이스를 검색한 결과, 펍메드(PubMed, 한국인 대상) 309편, 코리아메드(KoreaMed) 49편, 디비피아(DBpia) 126편으로 총 484편이 검색되었고, 중복을 제거한 후 총 408편의 문헌을 초록과 제목을 기준으로 1차 검토하였다. 이후 2차 검토를 수행하여 고찰 범위에 해당하지 않는 문헌을 제외한 후 최종 180편의 문헌을 전문 검토 문헌으로 선정하였다(그림 1-4).



[그림 1-3] 간접흡연 국외 문헌 PRISMA 흐름도



[그림 1-4] 간접흡연 국내 문헌 PRISMA 흐름도

선정된 문헌 총 529편의 세부주제별 분포를 살펴보면, 간접흡연 위해 평가 관련 문헌이 국외 268편, 국내 89편으로 총 357편을 차지하여 가장 많았다. 다음으로 간접흡연 노출 평가와 정책적 활용 문헌이 각각 86편으로 나타났다. 노출 평가는 국외 27편, 국내 59편이었으며, 정책적 활용은 국외 54편, 국내 32편이었다(표 1-4).

〈표 1-4〉 간접흡연 국내외 선정 문헌 수 요약

세부주제	국외문헌	국내문헌	합계
간접흡연 노출 평가	27	59	86
간접흡연 위해 평가	268	89	357
간접흡연 정책적 활용	54	32	86
합계	349	180	529

3 작성 방법

가. 문헌고찰의 범위

선정된 국외 문헌 및 국내 문헌 모두 보고서 작성을 위한 고찰의 대상이 되나, 국외 문헌은 영역별 연구 결과의 개요 제시를 목적으로 하고 국내 문헌은 영역별 연구 성과 제시를 목적으로 하여 고찰 대상 문헌의 범위를 다르게 설정하였다. 최근 10년(2015~2024)에 발표된 연구를 중심으로 하되, 필요 시 장별 집필진의 판단에 따라 관련 문헌을 연도 제한 없이 추가로 포함하였다.

나. 국외 문헌고찰의 내용과 범위

간접흡연의 노출 평가, 건강위해 평가, 정책적 활용에 대하여 체계적으로 구성된 국외 보고서를 우선 고찰하였다. 대표적으로 미국 보건 의료총감 보고서 「The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke」, 「The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress」를 주요 참고 자료로 포함하였다(USDHHS, 2006; 2014). 이후 간접흡연과 관련한 연구의 변화와 최신 근거를 반영하기 위하여 우산 문헌고찰(umbrella review) 방법론을 적용하여 국외 체계적 문헌고찰 연구논문을 중심으로 내용을 보완하였다.

다. 국내 문헌고찰의 내용과 범위

간접흡연의 노출 평가, 건강위해 평가, 정책적 활용에 관한 국내 원저 논문들을 영역별로 고찰하였다. 결과의 합성은 현재 시점의 지식 수준과 국내의 성과를 반영할 수 있도록 주요 내용을 통합하여 정리하였으며, 내용에 따라 주제범위 문헌고찰(Scoping review) 혹은 정성적 문헌고찰(Qualitative review)의 방법론을 활용하였다. 또한 국내 연구가 부족한 분야에 대해서는 근거 수준이 낮더라도 향후 연구 제언을 위하여 포괄적으로 기술하고자 하였다.

라. 조사자료의 표기 기준

청소년건강행태조사(질병관리청)는 2018년 5월을 기준으로 기존 ‘청소년건강행태온라인조사’에서 ‘청소년 건강행태조사’로 명칭이 변경되었다. 본 보고서에서는 명칭 변경 전후 자료를 모두 현재 명칭인 ‘청소년건강 행태조사’로 통일하여 표기하였다.

III

장별 주요 결과

제2장 간접흡연 노출 평가 (1) 환경측정 기반

- 1) 환경측정 기반 간접흡연 노출 평가란 실내외 공기 중 담배연기 성분을 직접 측정하여 간접흡연 노출을 정량적으로 평가하는 방법으로, 주요 지표로는 니코틴, 초미세먼지, 일산화탄소, 휘발성유기화합물 등이 활용된다.
- 2) 측정 방식은 실내외 환경측정과 개인노출 측정으로 구분되며, 실내외 환경측정은 공간별 평균 농도를 파악하는 데 적합하고, 직독기를 이용한 개인노출 측정은 실제 생활환경에서 노출 발생 시점과 농도 변화 추적이 가능해 정책 효과 파악에 유용한 것으로 평가된다.
- 3) 국외 연구에서는 주택, 차량, 레스토랑 등 다양한 환경에서 간접흡연 노출이 측정되었으며, 전자담배 사용 주택 대비 일반담배(궐련) 흡연 주택에서 초미세먼지 농도가 매우 높게 나타나 흡연 유형에 따른 차이가 확인되었다. 외부 흡연 허용 여부, 환기 여부, 흡연자 수에 따라 농도 차이가 확인되었다.
- 4) 국내 연구에서도 공공장소, 가정, 차량 등 다양한 공간을 대상으로 공기 중 니코틴과 초미세먼지를 측정하였다. 실내 흡연구역과 인접 비흡연구역 모두에서 초미세먼지, 니코틴, NNK 등 담배특이 성분이 검출되었으며, 장소·환경·규제 여부에 따라 노출 수준의 차이가 확인되었다.
- 5) 환경기반 노출 평가는 재실시간 특성의 어려움으로 실제 노출을 직접 반영하기 어렵지만, 금연정책 시행 전후 비교나 금연구역과 흡연 가능 구역 간 농도 변화를 통한 간접적인 평가가 가능하다. 또한, 소형 센서 기술 발전으로 개인노출 측정의 확대 가능성이 제기된다.

제3장 간접흡연 노출 평가 (2) 생체지표 활용

- 1) 생체지표 기반 간접흡연 노출 평가는 인체 내 담배연기 성분 또는 대사산물을 직접 측정하여 간접흡연 노출에 따른 내부 용량을 정량화하는 방법으로, 니코틴, 코티닌, NNAL 등이 대표적 지표이다.
- 2) 생체지표는 다양한 인체 시료(소변, 혈액, 타액 등)에서 측정 가능하며, 측정 방법의 표준화가 비교적 잘 확립되어 니코틴은 노출 직후의 급성 노출 수준을, 코티닌은 최근 1-3일간의 간접흡연 노출을, NNAL은 수주에서 수개월에 이르는 장기적 노출을 반영한다.
- 3) 국외 연구에서는 담배제품 유형 및 사용자 특성에 따라 다양한 생체·환경지표를 활용해 간접·삼차흡연 노출을 평가하고 있다. 또한 전자담배 액상·에어로졸 및 사용자의 소변·혈액 등에서 알루미늄, 니켈, 납 등이 검출되어, 전자담배의 위해 노출이 확인되었다.

- 4) 국내에서는 국민건강영양조사 및 국민환경보건기초조사 자료를 중심으로 코티닌과 NNAL을 활용한 노출 평가가 지속적으로 이루어져 왔다. 생체지표 농도는 감소 추세를 보였으나 자기보고 대비 실제 노출이 과소평가되는 경향이 확인되었으며, 여성, 아동, 저소득층, 특정 직업군 등 취약집단에서 높은 수준의 노출이 지속되었다.
- 5) NNAL, 중금속(예: 카드뮴) 등 다중 지표 분석 결과, 간접흡연이 단순한 니코틴 노출을 넘어 다양한 독성물질 축적과 연관되어 있음이 확인되어 생체지표와 환경지표를 함께 활용하는 복합 모니터링 필요성이 제기된다.

제4장 간접흡연 위해 평가 (1) 암, 심뇌혈관, 호흡기질환

- 1) 간접흡연은 다양한 건강위해를 유발하는 주요 공중보건 문제로 인식되어 왔다. 특히 암, 심뇌혈관질환, 호흡기질환은 간접흡연의 영향이 가장 명확한 영역으로 평가된다.
- 2) 암 영역에서 간접흡연은 평생 비흡연자의 폐암 발생 위험을 증가시키는 데 충분한 근거가 있는 것으로 나타났다. 노출 장소와 관계없이 위험 증가가 일관되게 확인되었으며, 노출 강도와 기간이 길수록 위험이 높아지는 용량-반응 관계도 관찰되었다. 두경부암, 구강암, 자궁경부암 등 일부 암종에서는 간접흡연과의 관련성이 지속적으로 보고되고 있으며, 유방암과 직장암 등에서는 제한적으로 연관성이 시사되고 있다.
- 3) 심뇌혈관질환 영역에서는 간접흡연이 심혈관질환과 뇌졸중 발생 위험을 높이는 것으로 나타났다. 이 외에도 말초혈관질환과 경동맥질환 등에서 인과적 관련성을 보였으나, 연구 수가 제한적이라 추가적인 연구가 필요할 것으로 보고되었다.
- 4) 호흡기질환에서는 특히 아동기 노출이 천식, 호흡기증상(기침, 천명, 호흡곤란), 급성 및 재발성 중이염 발생과 관련성이 높으며, 성인의 경우 만성폐쇄성폐질환 위험 증가에 대한 근거가 축적되고 있으나 근거 수준은 비교적 낮은 것으로 평가된다.
- 5) 이러한 결과는 간접흡연의 건강위해가 단일 질환군에 국한되지 않음을 보여준다. 특히 폐암과 심혈관질환은 가장 확립된 근거 수준을 가진 영역으로, 간접흡연 규제와 금연정책의 핵심 근거를 제공한다.

제5장 간접흡연 위해 평가 (2) 정신질환, 감염질환, 기타질환

- 1) 간접흡연의 위해 평가는 기존의 암·심혈관질환 중심에서 정신건강과 감염질환 등으로 확대되고 있다. 국외 연구에서는 비흡연자의 간접 노출에서도 흡연과 유사한 생물학적 기전이 작동함이 확인되었으며, 국내 연구에서도 다양한 건강지표에서 간접흡연의 부정적 영향이 관찰되고 있다.
- 2) 정신질환 영역에서는 우울, 주의력결핍과잉행동장애, 인지장애 등과의 관련성이 다수의 국외 체계적 문헌고찰 연구들에서 일관되게 보고되고 있다. 국내 분석에서도 간접흡연 노출군에서 우울감, 스트레스, 자살 생각 수준이 높게 나타나며, 특히 여성에서 연관성이 뚜렷하게 나타나고 있다.

- 3) 간접흡연과 정신건강 위하는 노출 기간과 강도가 증가할수록 위험이 높아지는 용량-반응 관계가 국외 연구에서 반복적으로 확인되고 있다. 국내 연구에서도 코티닌 농도 증가와 우울 및 행동문제 악화 간의 관련성이 보고되고 있다.
- 4) 감염질환 측면에서는 여러 국외 체계적 문헌고찰 연구들이 결핵 및 침습성 수막구균 감염과 간접흡연의 관련성을 강하게 시사하고 있다. 국내에서는 직접적인 연구가 제한적이나, 호흡기·면역 기능 지표에서 간접흡연의 영향이 일부 확인되고 있다.
- 5) 치아 우식증과 같은 구강 질환과 신경관 결손, 조산·저체중아 출산 등과 같은 모체-태아 영향 또한 국외 체계적 문헌고찰 연구들에서 일관되게 보고되고 있다. 국내 연구에서도 임신 중 간접흡연이 출생체중 감소 등 주산기 결과 악화와 연관된다는 결과가 보고되고 있다.
- 6) 이러한 근거들은 아동과 임산부 등 취약집단 보호를 위한 정책적 대응의 필요성을 뒷받침한다. 향후에는 국외에서 축적된 정신건강·면역 기능 기반의 장기 추적 연구를 참고하되, 국내에서는 신종담배 제품 노출을 포함한 감염 및 정신건강 영향 평가가 요구된다.

제6장 간접흡연 노출 위해 커뮤니케이션

- 1) 간접흡연 노출은 법적 규제만으로는 충분히 감소하기 어렵기 때문에, 사회적 합의와 자발적 실천을 촉진하기 위한 커뮤니케이션 전략이 병행되어야 한다.
- 2) 인식과 태도 측면에서 간접흡연의 위해성은 과학적으로 확립된 사실이지만, 인식 수준은 연령, 지역, 사회 경제적 요인에 따라 차이를 보인다. 특히 삼차흡연에 대한 인식이 최근 높아지고 있으며, 아동의 건강위해에 대한 관심이 두드러진다. 반면 청소년과 흡연자 집단에서는 여전히 위해 인식이 낮은 경향을 보인다.
- 3) 간접흡연 관련 캠페인 연구는 매우 제한적이지만, 금연 및 흡연 예방 캠페인 연구에 따르면 구체적 피해 사례나 감정 호소형 메시지가 행동 변화를 유도하는 데 효과적이다. 가정통신문, 학교 교육, 대중매체를 연계한 중재 프로그램은 인식 개선과 흡연율 감소에 기여하였으며, 부모와 자녀가 함께 참여하는 교육이 특히 효과적이었다. 다만 단기 연구가 많아 장기적 효과 검증이 필요하다.
- 4) 행동 변화를 촉진하는 커뮤니케이션은 단순한 정보 제공을 넘어 정책지지와 참여 의식 형성에 중점을 두어야 한다. 개인의 위험 인식, 사회 규범, 정책 신뢰 수준이 높을수록 금연구역 준수율과 정책 수용도가 함께 높게 나타난다. 따라서 사회심리적 요인을 고려한 맞춤형 메시지 설계가 필요하다.
- 5) 담배산업은 과거부터 간접흡연 규제를 방해하기 위해 체계적인 여론전략을 전개해왔다. 환기 개선 논리나 '개인 선택' 프레임을 강조하여 규제의 필요성을 약화시키고, 산업 친화적 연구와 제3자 단체를 활용해 사회적 혼란을 유도하였다. 이러한 전략은 정책적 합의 형성과 과학적 소통을 저해하였다.

제7장 공공장소 및 사업장 실내금연정책

- 1) 공공장소 및 사업장 실내금연정책은 간접흡연 노출을 효과적으로 규제하는 수단 중 하나로, 흡연자의 행태 변화와 함께 간접흡연으로 인한 영향으로부터 건강권 보호를 달성할 수 있는 공중보건정책으로 평가된다.
- 2) 세계보건기구는 담배규제기본협약을 채택하고, 제8조를 통해 실내작업장·대중교통·공공장소에서의 간접흡연으로부터의 보호를 각국의 의무 사항으로 규정하였다. 이 협약은 100% 금연환경 조성, 모든 사람의 보호 보장, 자발적 규제 대신 법적 집행 필요성의 원칙을 제시한다. 자발적 협약이나 환기·공기정화 등을 넘어, 법률 기반의 강제적 시행이 필요하다는 점이 강조된다.
- 3) 실내금연정책의 효과는 공기질 개선, 간접흡연 노출 감소, 흡연 행동 변화, 건강결과 개선, 경제적 영향의 다섯 측면에서 평가된다. 이러한 다층적 평가 틀은 실내금연정책이 단순한 금연장소 지정이 아닌, 사회적 규범 형성과 공중보건 개선에 미치는 영향을 종합적으로 검토하도록 설계되어 있다.
- 4) 실내금연정책의 효과에 대한 연구들은 공기질 개선, 간접흡연 노출 감소, 흡연 행동 변화, 건강결과 개선, 경제적 영향 측면에서 일관되게 긍정적인 결과를 보고하고 있다.
 - 공기질 개선: 정책 시행 후 실내 미세먼지와 담배 관련 화학물질 농도가 급격히 감소하며, 특히接客업소 종사자의 노출이 크게 줄었다.
 - 간접흡연 노출 감소: 실내금연구역 지정 후 코티닌 등 비흡연자의 생체지표가 현저히 낮아졌으며, 가정 내 흡연율도 감소하는 등 사회적 금연규범이 확산되는 효과가 관찰되었다.
 - 흡연 행동 개선: 금연정책 시행은 흡연율과 흡연량 감소, 금연 시도 증가로 이어지며, 특히 병원과 대학 등 공공기관에서의 금연정책은 구성원의 흡연 행태 개선에 직접적 영향을 미친다.
 - 건강결과 개선: 급성심근경색, 뇌졸중, 천식, 만성폐쇄성폐질환 등의 질병 발생 및 입원율이 정책 시행 후 유의하게 감소하였다. 또한 일부 연구에서는 조산, 주산기사망 등의 위험도 감소도 보고되었다.
 - 경제적 영향: 실내금연정책이接客업 매출이나 고용에 부정적 영향을 주지 않았으며, 일부에서는 전체 소매 매출 증가가 관찰되어 경제적 부담 우려가 낮은 것으로 나타났다.
- 5) 실내금연정책은 간접흡연 노출을 줄이는 가장 확실하고 비용효과적인 정책 수단으로 평가된다. 다만, 우리나라의 경우 정책 강도와 집행력 측면에서 여전히 개선 여지가 있다. 향후 과제로는 공공장소의 범위 확대, 지속적 집행 모니터링, 가정·차량 등 사적공간으로의 규제 확장, 신종담배제품을 포함한 포괄적 규제체계 구축 등이 필요하다.

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

참고문헌

- Cui, T., Lu, R., Liu, C., Wu, Z., Jiang, X., Liu, Y., Pan, S., & Li, Y. (2024). Characteristics of second-hand exposure to aerosols from e-cigarettes: A literature review since 2010. *Science of The Total Environment*, 926, 171829.
- García-Esquinas, E., Ortolá, R., Lara, E., Pascual, J. A., Pérez-Ortuño, R., Banegas, J. R., & Rodríguez-Artalejo, F. (2022). Objectively measured secondhand tobacco smoke and cognitive impairment in disability-free older adults. *Environmental Research*, 212(Pt B), 113352.
- Sharma, T., & Khapre, M. (2021). Exposure of second hand smoke in women and children: A narrative review. *Journal of family medicine and primary care*, 10(5), 1804–1807.
- Su, Z., Xie, Y., Huang, Z., Cheng, A., Zhou, X., Wang, M., Xia, X., Ji, T., Zhao, L., Liu, Z., Xiao, D., & Wang, C. (2025). Second hand smoke attributable disease burden in 204 countries and territories, 1990–2021: A systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *Respiratory Research*, 26, 174.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2006). *The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2014). *The health consequences of smoking—50 years of progress: A report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- Yayan, J., Franke, K. J., Biancosino, C., & Rasche, K. (2024). Comparative systematic review on the safety of e-cigarettes and conventional cigarettes. *Food and Chemical Toxicology*, 185, 114507.
- 질병관리청. (2025). 2023 국민건강통계.

제2장

간접흡연 노출 평가 (1) 환경측정 기반

I. 개요

II. 환경측정 기반 노출 평가 정의 및 방법

III. 환경측정 기반 노출 평가 연구 동향

IV. 소결

I 개요

대구가톨릭대학교 보건관리학과 양원호

간접흡연 노출 평가에서 환경측정을 기반으로 한 접근은 실내외 공기 중 흡연에 따른 담배연기 성분을 측정하여 비흡연자의 노출 정도를 객관적으로 파악하는 방법이다. 간접흡연 노출 여부 또는 정도를 파악하는 자기보고(self-report)에 의한 설문조사 방식과 다르게 환경측정은 담배연기의 유해물질 지표(농도)를 활용(측정)하기 때문에 신뢰성이 높고, 정책 효과나 공간별 차이를 구체적으로 드러낼 수 있다는 장점이 있다(Leaderer, 1990).

주요 환경측정 지표로는 담배연기에 특이적인 공기 중 니코틴(nicotine)과 (초)미세먼지(Particulate Matter, PM)가 가장 널리 활용된다. 니코틴은 능동식 흡착제 또는 수동식 시료 채취기를 통해 채취한 후 분석하며, (초)미세먼지는 실시간 측정기로 연속 모니터링이 가능하다. 이 외에도 일산화탄소(Carbon Monoxide, CO)나 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs), 담배특이니트로사민(Tobacco-Specific Nitrosamines, TSNAs) 등이 보조 지표로 이용될 수 있다(임수길 등, 2009).

측정 방식은 크게 실내 및 실외 환경측정과 개인노출 측정으로 구분된다. 실내환경 측정은 가정, 직장, 학교, 음식점 등 특정 장소의 공기질을 일정 기간 채취하여 공간적 노출 특성을 평가하며, 개인노출 측정은 휴대 가능한 소형 측정기를 개인에게 착용시켜 생활 전반의 노출을 반영한다. 또한, 실시간 모니터링을 통해 흡연에 따른 유해물질 발생 시간대와 공기 중 농도 변화를 대응시켜 분석할 수 있다(Nieuwenhuijsen et al., 2006).

이러한 환경측정 기반의 간접흡연 노출 평가는 공중보건 정책의 효과 검증, 위해성 평가, 취약집단 건강영향 등 다양한 목적으로 활용된다. 예를 들어 금연구역 지정 전후의 공기 중 니코틴 농도를 비교하면 제도의 실효성을 직접 확인할 수 있고, 어린이나 임산부 같은 취약집단이 실제로 얼마나 간접흡연에 노출되는지를 과학적으로 제시할 수 있다. 다만 비용과 시간이 많이 들고, 짧은 기간의 측정으로는 장기적 노출을 반영하기 어렵다는 한계가 있다.

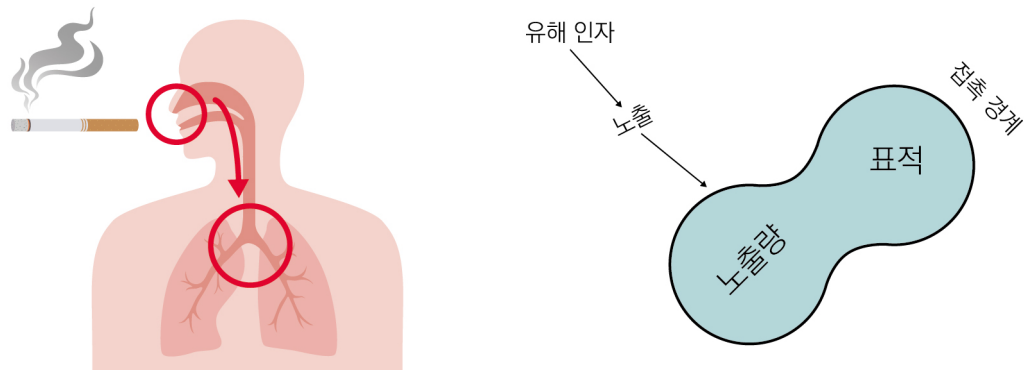
환경측정 기반 간접흡연 노출 평가는 니코틴과 (초)미세먼지 같은 핵심 지표를 활용하여 실내외 공기 중 담배연기 농도를 직접 정량화함으로써 객관적인 근거를 마련하는 핵심적 방법이며, 공중보건 연구와 금연정책 추진에 있어 중요한 과학적 토대를 제공한다.

II

환경측정 기반 노출 평가 정의 및 방법

1 노출 평가 정의

노출(exposure)은 유해인자와 인간의 시각적 외부 경계(예: 입, 피부, 코 등)가 접촉하는 것으로 정의할 수 있다(Zartarian et al., 2007). 노출량(또는 용량, dose)은 유해인자에 노출되어 폐, 위 등에 유입되는 것이며, 노출경로(exposure route)는 호흡기(inhalation), 소화기(ingestion), 피부(dermal)이다. [그림 2-1]은 노출과 노출량 사이의 관계를 나타낸 것이다(Zartarian et al., 2007).



[그림 2-1] 노출(exposure)과 노출량(dose)의 비교

출처: Zartarian, V. G., Ott, W. R., & Duan, N. (2007). Basic concepts and definitions of exposure and dose. In W. R. Ott, A. C. Steinemann, & L. A. Wallace (Eds.), Exposure analysis (pp. 33-63). CRC Press, Taylor & Francis Group. (원문을 참고하여 재구성함).

노출은 다음 식과 같이 일정 시간 동안의 평균 노출농도와 시간의 곱으로 나타낼 수 있다. 따라서 단위는 농도-시간단위(ppb-hr 또는 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-hr}$)로 표현된다. 즉 “노출(exposure) = 농도(concentration)×시간(time)”이다(Lioy, 1990; U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2019).

$$E(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} C(t) dt$$

여기서, E는 노출, C(t)는 시간에 따른 농도, t_1 - t_2 는 노출 기간이다. 노출 기간은 1일, 1주일, 1년이 될 수 있다.

노출 평가(exposure assessment)는 유해인자의 수용체(인간)에 대한 실제 또는 잠재적 노출 정도(노출 빈도, 노출 기간, 노출 양상 등)를 평가하는 중요한 분석 도구이기 때문에 건강위해 평가와 역학연구에서 필수적이다.

유입 노출량(presented dose)과 흡수 노출량(absorbed dose)은 호흡량을 고려하여 구분할 수 있다. 유입 노출량은 공기 중 유해인자가 호흡기로 유입(intake 또는 uptake)량을 의미하며, 흡수 노출량은 폐, 피부 등을 포함한 실제 흡수된 양을 의미한다(Lioy, 1990; US EPA, 2019).

$$\text{유입 노출량 } D_p = \int_{t_1}^{t_2} B(t) \times C(t) dt$$

여기서 B는 호흡률(breathing rate)을 나타내며, 따라서 D_p 의 단위는 μg 으로 나타낼 수 있다(통합노출 $(\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-day}) \times \text{호흡량}(\text{m}^3/\text{day}) = \mu\text{g}$).

$$\text{흡수 노출량 } D_a = \int_{t_1}^{t_2} f \times B(t) \times C(t) dt$$

여기서, f는 침착분율(deposited fraction) 또는 흡수분율(absorption fraction)이다.

노출량은 일반적으로 하루당 체중당 유해인자의 양($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)으로 표현한다. 따라서 호흡기를 통한 흡수 노출량을 하루당 체중당 흡수된 유해인자의 양으로 표현하면 다음과 같다(Lioy, 1990; US EPA, 2019).

$$D_a = \frac{E_{ij} \times I_{ij} \times A_l}{W_i}$$

여기서, D_a 는 국소환경에서 개인 i의 흡수 노출량($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$), E_{ij} 는 국소환경 j에서 개인 i의 노출($\mu\text{g}/\text{m}^3$), I_{ij} 는 국소환경 j에서 개인 i의 호흡률(m^3/day), A_l 는 폐의 흡수분율(무단위), W_i 는 개인 i의 체중(kg)이다.

그리고 소화기를 통한 노출은 수돗물(또는 음식물)에 함유된 벤젠의 노출을 예로 들 수 있으며, 노출량은 다음과 같다(Lioy, 1990; US EPA, 2019).

$$D_{iw} = \frac{C_{iw} \times I_{iw} \times A_g}{W_i}$$

여기서, D_{iw} 는 개인 i의 수돗물 내 벤젠으로 인한 흡수 노출량, C_{iw} 는 개인 i의 수돗물에서 소화기로 유입되는 농도, I_{iw} 는 개인 i의 수돗물 소화율(L/day), A_g 는 위장관의 벤젠 흡수분율(무단위)이다.

피부를 통한 벤젠 노출은 목욕 등의 행위로 발생할 수 있으며, 노출량은 다음과 같다.

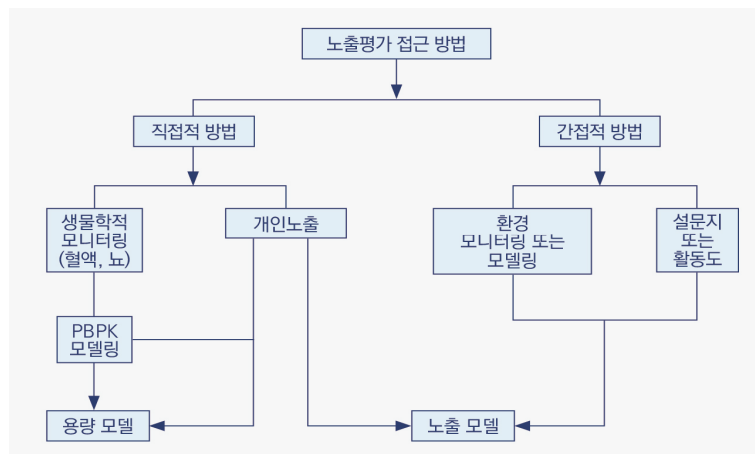
$$D_{id} = \frac{C_{id} \times A_d \times SA_i \times t_i \times U}{W_i}$$

여기서, D_{id} 는 개인 i의 피부 흡수 노출량, C_{id} 는 개인 i의 피부로 유입되는 농도, SA_i 는 개인 i의 피부 표면적(m^2), A_d 는 피부를 통한 벤젠의 흡수율(cm/hr), t_i 는 노출기간(hr), U는 단위환산계수이다.

2 노출 평가 방법

노출 평가 방법은 접근 방법에 따라 직접적 방법과 간접적 방법으로 구분된다(그림 2-2)(Nieuwenhuijsen et al., 2006). 직접적 방법 중 생물학적 모니터링(biological monitoring)은 환경유해인자에 노출된 사람의 생물학적 검체인 소변, 혈액, 변 등에서 유해인자의 내적용량(internal dose)을 측정하여 노출 정도나 건강위험을 평가하는 방법으로, 호흡기·소화기·피부 등 모든 노출경로에 의한 통합적 노출을 제공한다. 약물 동역학(Physiologically based pharmacokinetic, PBPK)은 생체에서 환경유해인자(약물, 화학물질, 오염물질 등)가 흡수, 분포, 대사 및 배설(Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion, ADME)되는 과정을 나타내는 수학적 모델이다. 개인노출은 호흡기 근처에서 측정되며 용량 모델에 적용될 수 있다. 생물학적 모니터링과 관련하여 최근 중요한 노출지표로 생체지표(biomarker)가 이용되며, 생체지표는 외부인자(유해인자)와 목적 기관(target organ)의 세포 또는 분자의 반응물 또는 대사체로 정의된다. 개인노출은 대상 공기 중 유해인자가 흡수되는 사람 신체 부위에 측정기를 부착하고 그 부근에서 양이나 강도를 측정하여 노출되는 양이나 강도로 가정하는 것이다. 예를 들면, 공기 중 유해인자는 호흡기로 흡입되므로 호흡기 주변 30cm 이내에 측정기를 착용하고 채취하면 된다. 개인노출의 한계점은 호흡기에서만 측정하므로 다른 노출경로인 피부나 소화기의 흡수는 반영하지 못하며, 호흡기 주위에 있는 공기에서의 양이라고 할지라도 이들이 모두 호흡기로 흡수된다고 볼 수 없다. 간접적 방법은 환경 모니터링 및 모델링 그리고 설문지를 이용한다.

노출 평가 접근에서 중요한 점은 직접적 방법이 간접적 방법보다 우선시되며, 직접적 방법 중 생물학적 모니터링과 개인노출은 각기 장단점이 있기 때문에 상호 보완적이라는 것이다(Manini et al., 2007). 예를 들면 개인노출과 생물학적 모니터링의 동시 측정은 노출경로를 명확히 하는데 도움을 줄 수 있으며, 개인노출 농도가 매우 낮다면 굳이 생물학적 모니터링을 할 필요가 없다고 할 수 있다. 즉, 개인노출과 생물학적 모니터링은 보완적으로 서로 적용될 수 있다(Maroni et al., 1999).



[그림 2-2] 노출 평가 접근방법

출처: Nieuwenhuijsen, M., Paustenbach, D., & Duarte-Davidson, R. (2006). New developments in exposure assessment: The impact on the practice of health risk assessment and epidemiological studies. Environment International, 32(8), 996-1009. (원문을 참고하여 재구성함).

가. 설문지를 이용한 간접흡연 노출 평가

설문지를 이용하여 간접흡연을 포함한 유해인자의 노출 여부를 판단할 수 있다. 간접흡연에 대한 대표적인 설문 문항은 다음과 같다.

- ① 귀하를 하루 평균 몇 시간 정도 밀폐된(환기량이 매우 부족한) 실내환경에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 맡으셨습니까? (Nondahl et al., 2005)
- ② 현재 거주지에서 사는 사람 중 몇 명의 흡연자가 있습니까? (Nondahl et al., 2005)
- ③ 지난 7일 동안, 대략 몇 시간 정도(본인이 피우는 경우 제외) 담배를 피우는 사람 주변에 있었습니까? (집, 자동차, 직장, 야외에서) (Vardavas et al., 2017)
- ④ 현재 한 주에 대략 몇 시간 정도 다른 사람이 피우는 담배연기에 노출됩니까? (Vardavas et al., 2017)
- ⑤ 최근 7일 동안 공공장소의 실내(흡연실 제외)에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 맡은 적이 있습니까? (질병관리청, 2024)

제9기(2023년) 국민건강영양조사에서는 다음과 같이 3개의 설문을 통하여 간접흡연 여부를 판단하고 있다 (질병관리청, 2024).

- ① 최근 7일 동안 직장의 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 적이 있습니까? [예 / 아니오]
- ② 최근 7일 동안 가정의 실내에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 적이 있습니까? [예 / 아니오]
- ③ 최근 7일 동안 공공장소의 실내(흡연실 제외)에서 다른 사람이 피우는 담배연기를 마신 적이 있습니까? [예 / 아니오]

실제 간접흡연 노출과 건강영향의 관련성 연구에서 설문지를 이용하는 경우는 국내외에서 비교적 많이 보고되고 있다(김은경 등, 2015; Hong et al., 2024; Nakanishi et al., 2023).

나. 국소환경측정을 이용한 간접흡연 노출 평가

국소환경측정(환경 모니터링)을 이용한 간접흡연 노출 평가는 다중이용시설 등의 실내외 환경에서 흡연으로 발생하는 공기 중 유해인자를 측정하는 것이다. 대상 유해인자로는 초미세먼지(Particulate Matter $\leq 2.5\mu\text{m}$, PM_{2.5}), 니코틴, 일산화탄소, 휘발성유기화합물, 질소산화물(Nitrogen Oxides, NO_x), 3-에테닐피리딘(3-Ethenylpyridine, 3-EP), 담배특이니트로사민류의 일종인 NNK(4-(Methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone) 등이 있다. 담배특이니트로사민류에는 NNN(N'-Nitrosornicotine), NNK, NAT(N'-Nitrosoanatabine), NAB(N'-Nitrosoanabasine) 등이 포함된다(Jaakkola & Jaakkola., 1997).

1) 초미세먼지

초미세먼지는 공기역학적 직경이 $2.5\mu\text{m}$ 이하의 크기로, 매우 미세한 입자(머리카락 두께의 약 1/30 정도)이기 때문에 폐포까지 침투하여 건강상 위해를 초래할 수 있다. 초미세먼지와 같은 미세한 입자는 주로 다양한 연소 과정에서 발생되기 때문에 흡연 과정에서도 발생하며, 초미세먼지는 간접흡연의 대표적인 노출지표이다. 초미세먼지의 농도 측정은 중량법과 연속측정법(직독식)으로 구분할 수 있다. 한편, 초미세먼지는 일반 환경에서 다양한 발생원을 갖고 있으므로, 간접흡연으로부터의 초미세먼지 농도 측정은 과대평가 될 가능성이 있다. 이러한 과대평가를

방지하기 위해, 간접흡연으로부터 발생하는 초미세먼지와 다른 발생원에서 발생하는 초미세먼지를 구분할 수 있으며, 이때 초미세먼지를 구분하여 측정하는 방법으로는 자외선입자물질(Ultraviolet Particulate Matter, UVPM), 형광입자물질(Fluorescent Particulate Matter, FPM), 솔라네솔입자물질(Solanesol Particulate Matter, SolPM) 등 세 가지가 사용된다(ASTM International, 2017).

① 중량법

실내외 환경에서 공기 중 초미세먼지를 여과지에 1~30L/min 정도의 공기 유량으로 채취하며, 시료 채취 전후의 여과지 중량 차이를 이용하여 공기 중 초미세먼지 농도를 정량하는 방법이다. 입경 분리 장치는 일반적으로 사이클론(cyclone)식과 관성 충돌(impactor)식이 있다(그림 2-3). 여과지의 중량 분석은 0.001mg 이상 감도를 갖는 분석용 저울을 사용한다(환경부, 2021b).



[그림 2-3] 중량법에 따른 PM2.5 시료 채취

출처: (a) CV-AKL. (n.d.). Zefon® Aluminium Respirable Dust Cyclone | Respirable Dust Aluminium Cyclone. CV-AKL. <https://cv-akl.com/media-air-sampler-accessories-air-sampler/75-zefonR-aluminium-respirable-dust-cyclone.html>, (b) Aerosol & Exposure Solutions. (n.d.). Personal exposure monitoring. (원문을 참고하여 재구성함).

② 연속측정법(직독식)

연속측정법에는 베타선 흡수법, 광산란 방식 등이 있다. 베타선 흡수법은 공기 흡인부에 분리 장치를 설치하여 설정된 유량으로 공기를 흡인하고, 10 μ m 또는 2.5 μ m 이상의 입자상 물질을 제거하고, 여과지 위에 10 μ m 또는 2.5 μ m 이하의 먼지를 채취하는 방식이다. 채취된 먼지의 양은 베타선 광원으로로부터 방출된 베타선이 먼지가 채취된 테이프 여과지를 통과할 때 흡수 소멸된 나머지가 감지부에 도달되어 연산장치 또는 기록부에 감지된 양으로 입자상 물질의 농도를 계산한다(환경부, 2024).

광산란 방식(Light Scattering Method, LSM)은 에어로졸 모니터(aerosol monitor)를 이용하여 입자상 물질의 농도를 측정하는 기술 중 하나로, 빛이 입자에 부딪혀 산란되는 현상을 이용하여 입자의 농도나 크기 분포를 측정하는 원리이다. 즉, 광원을 이용하여 입자에 빛을 조사하고, 입자에 의해 산란된 빛의 양을 감지하여 측정하는 방식이다. 최근에는 센서(sensor)와 사물인터넷(Internet of Things, IoT)를 이용하여 실시간으로 초미세먼지 농도를 측정하는 방법이 보고되고 있다(Dobson et al., 2019).

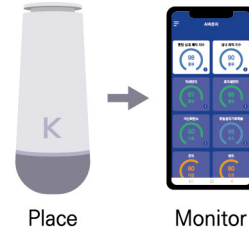
베타선 흡수법과 센서방식을 이용한 실시간 직독식은 중량법으로 측정한 농도 값과의 상관을 확인하여 보정계수(correction factor)를 산정하고, 이를 이용해 결과값을 보정해야 한다(환경부, 2021a).

보정계수 = (중량법 측정농도 값) / (베타선 흡수법 또는 센서방식의 측정농도 값)

보정값 = (측정값) × (보정계수)



(a) 에어로졸 모니터



(b) 센서방식

[그림 2-4] 연속측정법에 따른 PM2.5 시료 채취

출처: (a) Labmadang. (n.d.). 미세먼지(분진)측정기 TSI AM520. <https://labmadang.co.kr/product/%EB%A8%BC%EC%A7%80%EC%B8%A1%EC%A0%95%EA%B8%B0-tsi-am520/1561/>, (b) Kweather (n.d.), Air quality information. https://www.kweather.co.kr/sub/air_1.php; Shutterstock. (n.d.), High quality illustration of mobile smartphone with stylish modern colorful user interface on a screen. Isolated on white background. (원문을 참고하여 재구성함).

2) 니코틴

니코틴($C_{10}H_{14}N_2$)은 담배 식물에서 발견되는 알칼로이드(alkaloid, 탄소·수소·질소 및 산소로 구성된 유기화합물) 성분으로, 간접흡연 노출을 평가하는 대표적 지표이다. 니코틴은 일부 입자상으로 존재하지만 대부분 가스상이며, 광분해에 매우 민감하여 빠르게 감소하는 단점이 있다. 담배가 연소될 때 니코틴의 일부는 주류연에서 직접 생성되고, 일부는 담배가 탈 때 열분해 과정에서 생성된다. 국소환경 공기 중 니코틴 농도 측정은 능동식과 수동식으로 구분된다(Hammond et al., 1987).

① 능동식 시료 채취(active sampling)

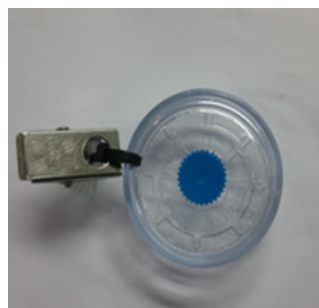
능동식 시료 채취는 공기 중 유해인자를 채취하기 위하여 공기를 강제적으로 포집물질(흡착제)에 통과시키는 것으로 펌프(pump)를 사용하는 방식이다. 따라서 펌프 같은 별도의 동력원을 필요로 한다. 소형 펌프를 이용하여 일정 유량의 공기를 흡착관(sorbent tube)으로 흡입시켜 니코틴을 흡착·정량한다. 0.1–1.0L/min의 유량으로 흡착관에 니코틴을 흡착하며, 0.01% 트라이에틸아민(triethylamine)을 포함한 1mL 에틸아세테이트(ethyl acetate)로 탈착한다. 이후 가스크로마토그래피(Gas Chromatography, GC)의 질소·인 검출기(Nitrogen-Phosphorus Detector, NPD)를 이용하여 니코틴을 정량 분석한다(National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2016).

② 수동식 시료 채취(passive sampling)

수동식 시료 채취는 능동식의 펌프를 사용하지 않고, 실내 환경의 자연적 기류를 이용하여 확산(diffusion) 및 투과(infiltration)라는 물리적 과정, 그리고 반응에 의한 화학적 과정을 통해 실내공기 중 유해인자를 측정하는

방법이다. 기체의 조성, 온도 및 속도가 균일하지 않은 경우에는 균일 상태에 도달할 때까지 다양한 운반 과정들이 일어난다. 전체적으로 외부에서 인위적인 흐름이 가해지지 않은 상태에서 농도 차이에 의해 물질이 이동하는 것을 확산이라 한다. 이러한 전달 과정의 속도는 거리 또는 농도에 따른 변화율, 즉 기울기에 비례하여 진행되며, 이는 열전도에서의 열 전달, 점성 흐름에서의 운동량 전달과 유사한 물리적 원리를 따른다(Hammond et al., 1987).

공기 중 니코틴의 수동식 시료 채취에는 황산수소나트륨(sodium bisulfate)으로 처리된 레진(resin) 또는 여과지(filter)가 사용된다. 일반적으로 공기 중 니코틴 측정기는 플라스틱 재질의 원형 틀 안에 황산수소나트륨으로 코팅된 여과지가 장착된 형태의 수동식 시료 채취기(passive sampler)로 구성된다(그림 2-5). 이는 펌프를 사용하지 않고 확산 및 투과 작용을 통해 공기 중 니코틴을 여과지에 흡착하는 방식이다(Park et al., 2016).



[그림 2-5] 공기 중 니코틴 농도 측정용 수동식 시료 채취기

출처: 저자 자체 촬영. (연도 미상).

이러한 장치는 부착이 간편하고 경량으로 휴대성이 높으며, 장착 기간 동안 대상자가 이동하는 공간의 공기 중 니코틴을 여과지에 누적 흡착시킨다. 측정 후, 흡착된 니코틴 양을 분석함으로써 간접흡연 노출 수준을 평가할 수 있다. 채취가 끝난 여과지는 실험실로 운반되어 용출 과정을 거친 후 가스크로마토그래피-질소·인 검출기로 정량 분석한다(NIOSH, 2016).

가정, 직장, 다중이용시설 등 실내 환경에서 니코틴 측정기는 보통 1주일간 부착을 기준으로 하며, 정확한 부착 및 회수 시간을 기록해야 한다. 측정기는 공기 순환이 잘되지 않는 곳, 시야에 잘 띄는 곳, 또는 사람이 쉽게 접촉할 수 있는 위치는 피해야 한다. 또한, 바닥에서 1-2m 높이의 공기층에 설치하고, 개방된 창문 및 환기시설(에어컨, 공기청정기, 식물 옆 등) 또는 흡연자로부터 최소 1m 이상 거리를 두어야 한다(Park et al., 2016).

3) 일산화탄소

담배 연소 시 생성되는 무색·무취의 유독성 기체로, 밀폐된 공간이나 환기가 어려운 실내 환경에서 간접흡연 노출의 지표물질로 활용될 수 있다. 일산화탄소의 표준 측정 방법은 전기화학식 센서법(electrochemical sensor method)과 비분산적외선법(Non-Dispersive Infrared Spectrometer, NDIR)이다. 전기화학식 센서법은 일산화탄소 분자의 전기적 산화·환원 반응에서 발생하는 전자의 양을 감지하여 공기 중 일산화탄소 농도를 연속적으로 자동 측정하는 방식이다. 비분산적외선법은 일산화탄소가 특정 파장의 적외선을 선택적으로

흡수하는 특성을 이용하여 공기 중 일산화탄소 농도를 연속적으로 자동 측정하는 방법이다(환경부, 2017a; 환경부, 2017b).

4) 휘발성유기화합물

흡연 시 배출되는 휘발성유기화합물(VOCs)은 고체 흡착관을 이용하여 시료를 채취하고, 열탈착(thermal desorption)으로 전처리한 후 가스크로마토그래피-질량분석법(Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS) 또는 불꽃이온화검출법(Flame Ionization Detector, FID)으로 분석하여 농도를 정량한다(Sheu et al., 2020). 총휘발성유기화합물(Total Volatile Organic Compounds, TVOCs)은 공기 중에서 가스크로마토그래피로 분석 시 n-헥산(n-hexane)에서 n-헥사데칸(n-hexadecane) 범위 내에서 검출되는 화합물을 대상으로 하며, 검출된 물질의 총량은 톨루엔으로 환산하여 정량한다. 한편, 포름알데히드(Formaldehyde)는 2,4-디니트로페닐히드라진(2,4-Dinitrophenylhydrazine, 2,4-DNPH)으로 코팅된 카트리지를 이용하여 공기로부터 채취하며, 자외선 검출기가 부착된 고성능 액체크로마토그래피(High-Performance Liquid Chromatography, HPLC)로 분석한다(환경부, 2023).

5) 질소산화물

질소산화물(NO_x)은 질소와 산소의 화합물 또는 혼합물을 총칭하며, 주로 일산화질소(NO)와 이산화질소(NO_2)를 지칭한다. 대부분의 환경 분석에서는 이산화질소로 정량화한다. 실내외 공기 중 이산화질소(NO_2)의 표준 측정 방법은 화학발광법으로, 일산화질소가 오존(O_3)과 반응하여 생성된 이산화질소로부터 발생하는 발광현상을 이용하여 실내공기 중 이산화질소 농도를 연속적으로 자동 측정하는 방법이다(환경부, 2017).

6) 3-에테닐피리딘

3-에테닐피리딘은 흡연 시 배출되는 대표적인 가스상 물질로, 간접흡연의 지표 물질로 중요하게 보고되고 있다(Johnsson et al., 2006; Vainiotalo et al., 2001). 3-에테닐피리딘은 담배 연소 과정에서 니코틴의 열분해(pyrolysis)에 의해 생성된다. 시료 채취는 능동식 방법과 수동식 방법이 모두 사용되며, 일반적으로 단일 활성탄 흡착제 패드(single charcoal adsorbent pad)로 시료를 포집한 후, 가스크로마토그래피-질량 분석법으로 정량 분석한다(Johnsson et al., 2006).

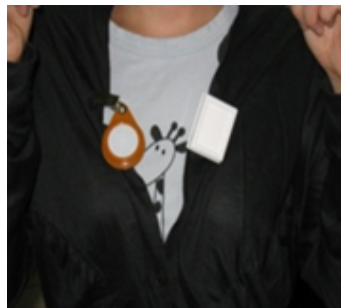
7) NNK

NNK는 담배특이니트로사민의 한 종류로, 흡연 시 니코틴의 열분해 및 담배 제조 과정 중 생성되며, 폐 발암 물질로 알려져 있다. 주로 입자상(먼지) 또는 담배연기 잔여물에 부착된 형태로 존재한다. 담배에서만 발견되는 물질이기 때문에 명확한 간접흡연 노출 지표로 활용할 수 있다. 공기 중 시료 채취는 여과지 또는 고체상 추출 카트리지(Solid-Phase Extraction, SPE)에 공기를 통과시켜 NNK를 포집하며, 표면 먼지(surface dust sampling)를 채취하여 NNK를 정량화할 수도 있다(Continente et al., 2023). 시료 채취 후 표면 먼지는 액체크로마토그래피-질량분석기(LC-MS/MS) 또는 초고성능 액체 크로마토그래피-질량분석법(ultra-high

performance liquid chromatography-mass spectrometry)으로 정량한다. 한편, 담배특이니트로사민에서 NNK뿐만 아니라 NNN, 4-(Methylnitrosoamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol(NNA)도 동일한 시료 채취 및 분석 방법을 적용할 수 있다(Battu et al., 2023).

다. 개인노출을 이용한 간접흡연 노출 평가

개인노출(personal exposure) 측정은 호흡기 근처(breathing zone, 호흡기에서 약 30cm 이내)에서 공기 중 유해인자를 채취한 후 분석한 값으로 표현할 수 있다(그림 2-6).



[그림 2-6] 개인노출 측정

출처: 저자 자체 촬영. (연도 미상).

기본적으로 개인노출을 이용한 간접흡연 노출 평가 방법은 국소환경측정(환경 모니터링)을 이용한 평가 방법과 같다. 다만, 개인노출 측정은 호흡기 근처에서 수행되어야 하므로 측정기기는 착용 또는 휴대가 가능할 만큼 경량이어야 한다. 따라서, 흡연 시 발생하는 유해인자의 노출 평가는 주로 수동식 시료 채취 방법을 이용한다. 간접흡연에서 니코틴 등 가스상 물질은 수동식 방법을 이용하며, 초미세먼지는 연속식(직독기) 광산란 방식을 이용하여 측정한다. 이때 에어로졸 모니터가 사용되며, 대표적으로 SidePak(TSI, USA), MicroPEM(RTI International) 등이 있다(Zhang et al., 2020).

라. 생체시료를 이용한 간접흡연 노출 평가

생체시료는 담배 흡연 시 배출되는 유해인자에 노출된 사람의 소변, 혈액, 모발 등 생물학적 검체를 분석하여 유해인자의 내적 용량(internal dose)을 평가하는 것이다. 이 접근은 모든 노출경로(호흡기, 소화기, 피부 등)에 의한 통합적 노출을 제공한다(US EPA, 2019).

1) 모발 중 니코틴

간접흡연으로 인체에 흡수된 니코틴은 지용성 특성을 가지며, 80%가 간에서 사이토크롬 P450(cytochrome P450)이라는 효소에 의해 코티닌으로 대사된다. 모발 중 니코틴 농도는 모발의 성장률과 관련이 있으며, 단기 노출보다는 장기적 간접노출을 반영하는 지표로 활용된다(Tzatzarakis et al., 2012).

수집된 모발 약 1-2cm를 세척하고 전처리한 후 가스크로마토그래피-질소·인 검출기 또는 자외선 검출기와 전기화학적 검출기가 부착된 고성능액체크로마토그래피를 이용하여 정량 분석한다(NIOSH, 2016).

2) 소변 중 코티닌

코티닌은 니코틴의 주요 대사산물 중 하나로, 간접흡연 평가 시 가장 빈번히 활용되는 물질이다. 코티닌은 니코틴의 약 70%가 탄소 산화에 의해 전환된 것으로, 민감도와 특이도가 높다. 또한, 반감기가 약 18-24시간 정도로 2-3일 전부터 축적된 간접흡연 노출을 반영할 수 있고, pH와 소변 배출량의 영향을 거의 받지 않는 장점이 있다. 코티닌은 흡연에 의한 노출 외 다른 노출에 의한 영향을 거의 받지 않아 간접흡연의 주요 생체지표로 이용된다(김누리 등, 2020; Hahn et al., 2023).

채취된 소변 시료의 분석은 가스크로마토그래피를 이용하며, 검출 방식으로는 불꽃이온화검출방식(Flame Ionisation Detection, FID), 질소특이검출방식(Nitrogen Specific Detectors, NSD), 전자충격질량분석 방식(Electron Impact Mass Spectrometers, EI-MS) 등이 있다. 그리고, 자외선(Ultraviolet, UV) 및 질량 검출기를 장착한 고성능 액체크로마토그래피를 이용한다(NIOSH, 2016).

3) 소변 중 NNK

NNK는 소변의 대사산물로 NNAL과 NNAL-Gluc(NNAL의 glucuronides)으로 존재하며, 이 두 가지 대사산물을 분석함으로써 NNK의 체내 노출량을 정량화할 수 있다(Aquilina et al., 2022).

이러한 평가 방법들은 연구 설계와 자료 활용 가능성 등에 따라 선택되어야 하며, 각 방법의 장점과 단점은 <표 2-1>에 정리하였다.

〈표 2-1〉 간접흡연 노출 평가 방법의 장점 및 단점

평가 방법	장점	단점
연구자 관찰	• 저비용 • 빠른 실행 • 재현성이 좋음 • 다른 형태의 관찰방법을 보완함	• 주관적 • 정량화 및 일반화가 어려움 • 환경이 고정된 상태가 아니기 때문에 결과 해석에 오해의 소지가 있음
설문조사	• 장기 노출 반영 가능 • 복합적인 관점 반영(시간 활동 양상 포함 가능) • 대규모 인구집단 평가 가능 • 기존 설문조사 통합 가능	• 노출 정량화가 어려움(반정량화) • 객관적이지 못할 가능성이 있음 • 불성실한 답변을 하거나 기타 편향이 개입될 수 있음
환경측정	• 특정 장소에서의 간접흡연 노출 측정 가능 • 대략적 재실자의 정량화 가능 • 관련 정책 시행 평가에 유용함 • 담배특이니트로사민(NNK 등) 장기(6개월 이상) 노출지표로 활용 가능	• 흡연 특이 물질(니코틴, 담배특이니트로사민)을 제외한 나머지는 다른 발생원 존재, 간접흡연 노출 평가에 특이적이지 못할 수 있음 • 공간과 시간에 따라 값이 달라질 수 있으므로 반복 측정 필요 • 실험실 분석 필요(고비용 등)
개인노출	• 수동식, 최근 4차 혁명기술(센서, IoT 등) 등으로 개인노출 측정 가능 • 개인노출 정량화 가능	• 파일럿(Pilot) 연구 등 제한적 연구용으로 가능하지만, 일반적으로 실제 적용이 어려움(고비용 등)
생물학적 모니터링	• 실제 내부 용량의 정량화 가능 • 모든 노출경로(호흡기, 피부) 환경을 통합하여 측정 가능	• 언제, 어디서 노출되었는지 정확하게 알 수 없음 • 흡수와 신진대사로 인해 값이 달라질 수 있음 • 시료 보관 및 수송과정에서 문제가 생길 수 있음 • 실험실 분석 필요(고비용)

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

Ⅲ

환경측정 기반 노출 평가 연구 동향

간접흡연에서 환경(국소환경) 측정 기반의 유해인자 노출 수준을 국내외 문헌 조사 결과를 분석하여 정리하였다. 대상 물질은 초미세먼지, 니코틴, 일산화탄소, 휘발성유기화합물, 질소산화물, 3-에테닐피리딘, 담배특이니트로사민류의 일종인 NNK 등이다. 담배특이니트로사민류에는 NNN, NNK, NAT, NAB 등이 포함된다.

1 국외 연구 동향

국외의 간접흡연 노출 수준은 주택, 차량, 환대 장소, 클럽 등 다양한 실내외 환경에서 측정되었으며, 노출 대상자의 특성, 측정 방법, 환경 조건에 따라 큰 차이를 보였다. 먼저, 주택에서의 초미세먼지 농도는 흡연 유형에 따라 크게 달라졌다. 일반담배(궐련) 흡연이 이루어지는 주택에서는 중위수 $572.52\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $431.08\text{--}747.24\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 매우 높은 수준이 관찰되었고, 전자담배 사용 주택에서는 $9.88\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $8.84\text{--}11.96\mu\text{g}/\text{m}^3$), 비흡연 주택은 $9.36\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $8.32\text{--}10.50\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 나타났다(Fernandez et al., 2015). 이는 전자담배의 경우 새로운 측정 방법이 필요함을 시사하는 결과이다.

가정용 차량에서는 차창 개폐 여부에 따라 초미세먼지 농도 차이가 크게 나타났다. 창문을 열었을 때는 $47\text{--}12,150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위였고, 창문을 닫았을 때는 $203.6\text{--}13,150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 보고되었다(Raouf et al., 2015). 이것은 실내 환경의 밀폐(환기) 정도가 노출 수준에 큰 영향을 미침을 보여준다. 환대 장소(레스토랑, 술집 등) 외부에서 흡연이 허용된 경우 초미세먼지 농도는 $10.9\text{--}91.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 흡연이 금지된 장소의 대조군에서는 $4.0\text{--}20.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 낮았다(Tong et al., 2024). 이러한 결과는 환대 장소 외부의 흡연 허용은 담배연기의 실내 유입을 통해 실내환경 농도를 증가시킬 수 있음을 나타낸다.

어린이를 대상으로 한 연구에서는 주택 내 간접흡연이 있는 경우 개인노출 초미세먼지 농도가 $24\pm 15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났고, 간접흡연이 없는 경우는 $15\pm 9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다(Zhang et al., 2020). 특히, 최대(peak) 노출은 각각 $297\pm 325\text{hr}\times\mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $50\pm 54\text{hr}\times\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 큰 차이를 보였다. 성인 개인노출 연구에서는 일본에서 중위수 $7.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 보고되었다(Hoshino et al., 2024). 클럽 내 흡연실에서는 기하평균 $276\mu\text{g}/\text{m}^3$, 중위수 $347\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 관찰되었으며, 비흡연실도 인접성에 따라 $109\text{--}148\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 영향을 받았다(Du et al., 2023).

니코틴의 경우, 연구실 정량화 실험에서는 $6.80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 측정되었으며(Soleimani et al., 2022), 일본 성인의 개인노출은 $0.065\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 보고되었다(Hoshino et al., 2024). 유럽 9개국 162가구를 대상으로 한 연구에서는 주택 내 흡연 상황에 따라 니코틴 농도가 달랐는데, 담배 냄새가 나는 경우 $1.45\mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연 허용 가구는 $1.60\mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연자 2명 이상인 경우 $2.42\mu\text{g}/\text{m}^3$, 하루 40개비 이상인 경우 $2.92\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 증가하였다(Henderson et al., 2023). 차량 실내 연구에서 비흡연자의 차량에서는 불검출되었으나, 흡연이 이루어진 차량에서는 $3.53\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $1.74\text{--}6.38\mu\text{g}/\text{m}^3$), 흡연 중에는 $21.44\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $6.60\text{--}86.15\mu\text{g}/\text{m}^3$)로

평가되었다(Continente et al., 2023). 바닥 먼지 분석에서는 비흡연 차량이 $7.2\mu\text{g/g}$, 흡연 차량이 $38.9\mu\text{g/g}$ 로 나타나 삼차흡연의 영향도 확인되었다(Continente et al., 2023). 실외 환경에서의 니코틴 농도는 빌딩 입구, 정류장, 카페 테라스 등에서 측정되었으며, 흡연자가 있을 때는 $1.2\text{--}2.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준, 흡연자가 없을 때는 $0\text{--}0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 나타났다(Bommele et al., 2024).

휘발성유기화합물 및 알데하이드류도 간접흡연 환경에서 확인되었다. 실험실에서는 벤젠 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$, 톨루엔 $17.3\mu\text{g}/\text{m}^3$, 에틸벤젠 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$, 자일렌 $5.1\mu\text{g}/\text{m}^3$, 포름알데히드 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, 아세트알데히드 $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 보고되었다(Soleimani et al., 2022). 중금속(Cd, Cr, Ni)도 $0.001\text{--}0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위에서 검출되었으며, 3-에테닐피리딘은 $3\text{--}24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준이었다(Soleimani et al., 2022). 실외 환경에서도 빌딩 입구, 정류장, 카페 등에서 $0.065\text{--}0.295\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 측정되었다(Bommele et al., 2024).

담배특이니트로사민 관련해서는, 간접흡연 공간에서 NNN, NNK, NDMA(N-nitrodimethylamine), NPYP(N-nitrosopyrrolidine) 등이 ND(불검출) $\text{--}0.045\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위로 검출되었고(Soleimani et al., 2022), 차량 바닥 먼지에서는 NNN, NNA, NNK 등이 흡연 차량에서 비흡연 차량에 비해 2-5배 이상 높은 농도로 측정되었다(Continente et al., 2023).

종합하면, 국외 연구들은 간접흡연 노출이 주택, 차량, 공공장소 등 다양한 환경에서 여전히 발생하며, 초미세먼지, 니코틴, 담배특이니트로사민, 휘발성유기화합물, 중금속 등 여러 지표를 통해 실질적 건강위해 가능성을 보여주고 있다.

〈표 2-2〉 국외 문헌 검토 요약: 간접흡연 노출 수준

유해인자	측정 방법	대상자	장소	농도(노출)	기타	참고문헌
(초) 미세먼지	직독기 (SidePak AM510, 광산란)	재실자	• 흡연(궐련) 주택 • 전자담배 사용 주택 • 비흡연 주택	• $572.52\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $431.08\text{--}747.24\mu\text{g}/\text{m}^3$) • $9.88\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $8.84\text{--}11.96\mu\text{g}/\text{m}^3$) • $9.36\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Q1-Q3 $8.32\text{--}10.50\mu\text{g}/\text{m}^3$)	문헌고찰과 실측 비교 평가	Fernández et al. (2015)
	직독기 (real-time monitor)	재실자	자가용	• 차의 1개 창 열어둠: $47\text{--}12,150\mu\text{g}/\text{m}^3$ • 차의 창문 모두 닫음: $203.6\text{--}13,150\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰 평가	Raouf et al. (2015)
	-	이용자, 직원	환대장소 (레스토랑, 술집) 외부	• 흡연가능 구역: $10.9\text{--}91.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ • 흡연금지 구역: $4.0\text{--}20.4\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰 평가, 환대장소 외부에서 실내로 유입되어 간접흡연이 가능	Tong et al. (2024)

〈표 2-2〉 국외 문헌 검토 요약: 간접흡연 노출 수준(계속)

유해인자	측정 방법	대상자	장소	농도(노출)	기타	참고문헌
(초)미세먼지	직독기 (MicroPEM, 광산란식)	재실 어린이 (개인노출)	주택	- 간접흡연 있음: 24±15$\mu\text{g}/\text{m}^3$ [최고노출: 297±325hr×$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - 간접흡연 없음(control): 15±9$\mu\text{g}/\text{m}^3$ [최고노출: 50±54hr×$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	미국 뉴욕 (time-weighted peak area, hr× $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zhang et al. (2020)
	센서 기반 직독기 (PM2.5 Monitor Pro)	성인 (개인노출)	-	7.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (중위수)	일본(258명)	Hoshino et al. (2024)
	직독기 (optical real-time monitor)	성인	Clubs(유흥)	- Club 내 흡연실: 276$\mu\text{g}/\text{m}^3$(중위수 347$\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Club 내 흡연실 근처 비흡연실 (재실자 있음): 109$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (재실자 없음): 148$\mu\text{g}/\text{m}^3$	중국, 흡연실에서 확산과 투과를 통해 비흡연실에 영향	Du et al. (2023)
니코틴	능동 시료채취 (Air sampling)	-	실험실	6.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	실험실에서 정량화	Soleimani et al. (2022)
	수동 시료채취 (Passive sampler)	성인 (개인노출)	-	0.065 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (중위수)	일본(258명)	Hoshino et al. (2024)
	수동 시료채취 (Passive sampler, 측정기간 7일)	재실자	주택	- 담배 냄새: 1.45$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 0.32-6.34$\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 흡연 허용: 1.60$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 0.68-7.63$\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2명 이상 흡연: 2.42$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 0.58-11.0$\mu\text{g}/\text{m}^3$) 40개비 이상 흡연: 2.92$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 0.58-11.0$\mu\text{g}/\text{m}^3$)	유럽 9개국, 162가구	Henderson et al. (2023)
	수동 시료채취 (Passive sampler, 측정기간 1일)	운전자, 동승자	자가용	- 비흡연자의 차량: 〈검출한계(Limit of Detection, LOD)〉 - 흡연자의 차량: (측정 기간 중 흡연 없음) 0.23$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 0.18-0.45$\mu\text{g}/\text{m}^3$) (측정 기간 중 흡연 있음) 3.53$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 1.74-6.38$\mu\text{g}/\text{m}^3$) (차량 내 흡연 행위 중 측정) 21.44$\mu\text{g}/\text{m}^3$(Q1-Q3 6.60-86.15$\mu\text{g}/\text{m}^3$)	스페인, 영국	Continente et al. (2023)
	표면 시료 측정 (바닥먼지, 삼차흡연)	운전자, 동승자	자가용	- 비흡연자의 차량: 7.2$\mu\text{g}/\text{g}$(Q1-Q3 6.7-10.6$\mu\text{g}/\text{g}$) - 흡연자의 차량: (차 안에서 흡연하지 않음) 20.5$\mu\text{g}/\text{g}$(Q1-Q3 8.9-42.8$\mu\text{g}/\text{g}$) (차 안에서 흡연함) 38.9$\mu\text{g}/\text{g}$(Q1-Q3 19.3-105.7$\mu\text{g}/\text{g}$)	스페인, 영국	Continente et al. (2023)

〈표 2-2〉 국외 문헌 검토 요약: 간접흡연 노출 수준(계속)

유해인자	측정 방법	대상자	장소	농도(노출)	기타	참고문헌
니코틴	능동 시료채취 (열탈착 튜브, 10분)	행인	실외환경	- 빌딩입구 (흡연자 있음) 1.789$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.581$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 공공정류장 (흡연자 있음) 2.356$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.369$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 카페 테라스 (흡연자 있음) 1.216$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.000$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 전체 평균 (흡연자 있음) 1.793$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.414$\mu\text{g}/\text{m}^3$	네덜란드	Bommele et al. (2024)
휘발성 유기 화합물	능동 시료채취 (Air sampling)	-	실험실	- Benzene: 3$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Toluene: 17.30$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Ethylbenzene: 2$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - m,p-Xylene: 5.10$\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰 및 실험실에서 정량화	Soleimani et al. (2022)
카보닐 화합물	능동 시료채취 (Air sampling)	-	실험실	- HCHO: 40$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Acetaldehyde: 17$\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰 및 실험실에서 정량화	Soleimani et al. (2022)
중금속	능동 시료채취 (Air sampling)	재실자	간접흡연 공간	- Cd: 0.003-0.01$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Cr: 0.0012-0.009$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Ni: 0.0025-0.007$\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰	Soleimani et al. (2022)
3-에테닐피리딘	능동 시료채취 (Air sampling)	재실자	간접흡연 공간	3-24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	문헌고찰	Soleimani et al. (2022)
	능동 시료채취 (Air sampling, 열탈착 튜브)	행인	실외환경	- 빌딩입구 (흡연자 있음) 0.234$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.083$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 공공정류장 (흡연자 있음) 0.295$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.065$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 카페 테라스 (흡연자 있음) 0.179$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.000$\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 전체평균 (흡연자 있음) 0.237$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (흡연자 없음) 0.077$\mu\text{g}/\text{m}^3$	네덜란드	Bommele et al. (2024)

2 국내 연구 동향

국내 문헌 검토 결과, 간접흡연 노출 수준은 다양한 장소, 대상자, 그리고 측정 방법에 따라 차이를 보였다. (초)미세먼지의 공기 중 농도는 연속측정법(직독기)을 이용하여 측정하였으며, 측정 방식은 광산란식이었다. 흡연부스에서 초미세먼지 PM10 농도는 $278 \pm 62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM2.5 농도는 $270 \pm 58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM1.0 농도는 $264 \pm 56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다(이원영 등, 2017). 이 값은 산술평균이며 흡연부스 내에서 5명이 동시에 흡연하는 상황을 가정한 결과이다. PC방에서의 PM2.5 농도는 흡연구역은 $174.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 비흡연구역은 $93.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연·비흡연 혼합구역 $136.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 보고되었다(Hong et al., 2016). 흡연구역은 비흡연구역보다 약 1.9배 높았으며, 혼합구역은 비흡연구역보다 약 1.5배 높았다. 그러나 비흡연구역의 PM2.5 농도가 대기환경 기준(연간 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 24시간 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)을 크게 초과하여, 실내공간에서 흡연구역과 비흡연구역을 구분하는 것은 간접흡연 노출 제어에 효과가 없음을 나타내고 있다.

관공서, 대형빌딩, 어린이집, 학원, 비흡연 장소(기준 지점; 예: 로비, 화장실 등)에서의 PM2.5 농도는 각각 $44.5 \pm 19.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $34.2 \pm 27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $19.3 \pm 11.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $138.6 \pm 118.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타나, 실내 환경에서는 전면 금연정책 시행이 필요함을 시사하였다(Park et al., 2016). 술집의 경우, 직독기(SidePak AM510)로 측정된 결과 규제 전에는 $98.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으나 규제 후에는 $24.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 크게 감소하였다(Kim et al., 2016). 또한 PC방 내 흡연실과 외부를 비교한 연구에서는 흡연실 내부 농도가 약 $147\text{--}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 유지된 반면, 외부는 $7\text{--}23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 낮아 흡연에 따라 실내 PM2.5 농도가 현저히 증가함을 확인하였다(Kim et al., 2017). 식당과 술집에서의 비흡연 근로자 노출 수준은 $44.7 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $106.9 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 보고되었다(Kim et al., 2016).

니코틴 농도 또한 다양한 장소에서 측정되었다. PC방에서는 흡연구역 $48.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 비흡연구역 $41.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 혼합구역 $45.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다(Hong et al., 2016). 관공서, 대형빌딩, 어린이집, 학원 등에서는 각각 $0.47 \pm 0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.85 \pm 0.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.48 \pm 0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $0.44 \pm 0.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 보고되었으며, 비흡연 장소에서는 불검출로 나타났다(Park et al., 2016). 택시를 대상으로 한 연구에서는 전체 평균이 $0.754 \pm 0.758 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 운전자가 흡연자인 경우 $0.978 \pm 0.857 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 비흡연자인 경우 $0.351 \pm 0.284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 확인되었다(Park et al., 2018). 이러한 결과를 고려할 때, 니코틴 농도는 간접흡연의 유용한 노출 지표로 활용될 수 있음을 보여준다.

NNK 농도는 관공서, 대형빌딩, 어린이집, 학원, 비흡연 장소(기준 지점; 예: 로비, 화장실 등)에서 각각 $189.4 \pm 137.5 \text{pg}/\text{mg}$, $198.5 \pm 116.6 \text{pg}/\text{mg}$, $14.7 \pm 13.8 \text{pg}/\text{mg}$, $45.4 \pm 33.2 \text{pg}/\text{mg}$, $12.6 \text{pg}/\text{mg}$ 으로 나타났다(Park et al., 2016). PC방과 노래방에서는 $114.5 \text{pg}/\text{mg}$ (중위수 $105.0 \text{pg}/\text{mg}$)이었으며(Park et al., 2022), 택시에서는 전체 $10.044 \pm 9.130 \text{pg}/\text{mg}$, 흡연 운전자 $13.719 \pm 10.066 \text{pg}/\text{mg}$, 비흡연 운전자 $4.793 \pm 3.948 \text{pg}/\text{mg}$ 으로 측정되었다(Park et al., 2018).

흡연부스 내 총휘발성유기화합물 농도는 흡착관(sorbent tube packed with Tenax TA)을 이용하여 가스크로마토그래피-질량분석법으로 측정·분석한 결과 $1,480 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 보고되었으며, 이는 5명이 동시에

흡연하는 상황을 가정한 것이다(이원영 등, 2017). 이상의 결과는 간접흡연 노출이 장소, 환경, 규제 여부에 따라 크게 달라질 수 있음을 보여주며, 특히 흡연구역과 같은 실내환경에 있거나, 비흡연구역이 흡연구역에 인접한 경우 비흡연구역에서도 일정 수준의 간접흡연 노출이 발생함을 시사한다.

〈표 2-3〉 국내 문헌 검토 요약: 간접흡연 노출 수준

유해인자	측정 방법	대상자	장소	농도(노출)	기타	참고문헌
(초) 미세 먼지	• PM10 • PM2.5 • PM1.0	직독기 (Grimm 1.108, 광산란식)	흡연자 흡연부스	• $278 \pm 62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $270 \pm 58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $264 \pm 56 \mu\text{g}/\text{m}^3$	• 산술평균 • 흡연부스 내에서 동시에 5명이 흡연하는 것으로 가정	이원영 등 (2017)
	PM2.5	직독기 (MetOne, 광산란식)	이용자 PC방	• 흡연구역: $174.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 비흡연구역: $93.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 흡연 및 비흡연 혼합 $136.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$	기하평균	Hong et al. (2016)
	PM2.5	직독기 (MetOne Aerocet 531, 광산란식)	재실자 • 관공서 • 대형빌딩 • 어린이집 • 학원 • 비흡연 장소	• $44.5 \pm 19.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $34.2 \pm 27.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $19.3 \pm 11.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $138.6 \pm 118.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $10.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$	• 산술평균 • 불안정한 실내금연정책의 한계점 제시	Park et al. (2016)
	PM2.5	직독기 (SidePak AM510, 광산란식)	재실자 술집	• 규제 전: $98.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 규제 후: $24.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	기하평균	Kim et al. (2016)
	PM2.5	직독기 (SidePak AM510, 광산란식)	재실자 PC방 내 흡연실 내외	• 흡연실 실내: (1일) $147.6 \pm 3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2일) $146.1 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3일) $143.8 \pm 4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (4일) $150.0 \pm 3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 흡연실 외부: (1일) $23.7 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2일) $23.2 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3일) $7.0 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (4일) $8.0 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	• 기하평균 • PC방 내 흡연실의 PM2.5가 흡연실 외부로 유출되어 영향을 줌	Kim et al. (2017)
	PM2.5	직독기 (SidePak AM510, 광산란식)	비흡연 근로자 • 식당 • 술집	• $44.7 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $106.9 \pm 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	• 기하평균 • 2013년 실내금연 규제 전 측정자료	Kim et al. (2016)
니코틴	수동식 시료 채취기	이용자	PC방	• 흡연구역: $48.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 비흡연구역: $41.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 흡연 및 비흡연 혼합: $45.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	기하평균	Hong et al. (2016)
	수동식 시료 채취기	재실자	• 관공서 • 대형빌딩 • 어린이집 • 학원 • 비흡연 장소	• $0.47 \pm 0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $0.85 \pm 0.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $0.48 \pm 0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • $0.44 \pm 0.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • ND(불검출)	산술평균	Park et al. (2016)
	수동식 시료 채취기	이용자	택시	• 전체: $0.754 \pm 0.758 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 흡연 운전자: $0.978 \pm 0.857 \mu\text{g}/\text{m}^3$ • 비흡연 운전자: $0.351 \pm 0.284 \mu\text{g}/\text{m}^3$	산술평균	Park et al. (2018)

〈표 2-3〉 국내 문헌 검토 요약: 간접흡연 노출 수준(계속)

유해인자	측정 방법	대상자	장소	농도(노출)	기타	참고문헌
NNK	표면 시료 (Dust sample)	재실자	• 관공서 • 대형빌딩 • 어린이집 • 학원 • 비흡연 장소	• $189.4 \pm 137.5 \text{ pg/mg}$ • $198.5 \pm 116.6 \text{ pg/mg}$ • $14.7 \pm 13.8 \text{ pg/mg}$ • $45.4 \pm 33.2 \text{ pg/mg}$ • 12.6 pg/mg	산술평균	Park et al. (2016)
	표면 시료 (Dust sample)	이용자	• PC방 • 노래방	• 114.5 pg/mg (중위수 105.0 pg/mg)	• 기하평균 • 삼차흡연 고려	Park et al. (2022)
	표면 시료 (Dust sample)	이용자	택시	• 전체: $10.044 \pm 9.130 \text{ pg/mg}$ • 흡연 운전자: $13.719 \pm 10.066 \text{ pg/mg}$ • 비흡연 운전자: $4.793 \pm 3.948 \text{ pg/mg}$	산술평균	Park et al. (2018)
휘발성유기화합물	능동 시료채취 (Tenax 흡착관, GC-MS 분석)	흡연자	흡연부스	$1,480 \mu\text{g}/\text{m}^3$	흡연부스 내에서 동시에 5명이 흡연하는 것으로 가정	이원영 등 (2017)

IV

소결

간접흡연에 의한 유해인자의 환경측정 기반 노출 평가는 그동안 실내환경에서 유해인자의 농도 측정을 위해 수행되었다. 노출은 국소환경(주로 실내환경)의 유해인자 농도와 사람의 재실 시간의 곱으로 나타낼 수 있으며, 유해인자 농도 측정은 가능하지만 실내 재실 시간을 특정할 수 없다. 따라서 실내환경의 유해인자 농도 측정은 재실자의 실제 노출을 직접적으로 반영하기에 한계가 있다고 볼 수 있다. 그러나 흡연이 가능한 국소환경과 흡연금지 여부에 따른 국소환경 비교, 금연정책 시행 전후의 비교, 민감 집단의 간접흡연 노출 수준에 따른 건강영향 등은 환경측정 기반으로 유해인자 농도의 변화를 통해 간접적인 노출 평가가 가능하다.

간접흡연에 의한 국소환경의 주요 유해인자는 일산화탄소, 질소산화물, 초미세먼지, 니코틴, 3-에테닐피리딘, NNK, 휘발성유기화합물 등이다. 담배특이니트로사민류에는 NNN, NNK, NAT, NAB 등이 포함된다. 이 중 국내외 문헌에서 보고된 주요 대상 물질은 공기 중 초미세먼지와 니코틴으로, 이는 간접흡연에 따른 유해인자의 시료 채취와 농도 정량분석 시 오차가 적고 대표성을 충분히 나타내기 때문이다. 특히, 일산화탄소, 질소산화물, 초미세먼지, 휘발성유기화합물은 담배 사용 외 차량 배기, 난방, 생활화학제품 등 다양한 발생원이 존재하므로 간접흡연 지표로 활용하는데 한계가 있을 수 있다. 반면, 니코틴, 3-에테닐피리딘, NNK는 담배 특이 유해인자로서 간접흡연 지표로 적정할 수 있다. 특히 표면 먼지 중 NNK는 장기적·누적적 노출을 반영할 수 있는 장점이 있다.

개인노출 측정은 호흡 영역에서 수행되어야 하므로 측정기를 인체에 부착해야 하는 등의 제약이 있다. 이에 따라, 간접흡연의 개인노출 평가는 주로 수동식 시료 채취기를 이용하여 수행된다. 최근에는 소형화된 에어로졸 모니터와 센서 기술이 개발되어 향후 간접흡연 노출 평가 연구에 활용될 가능성이 있으나, 현재로서는 소규모 연구에서 적용이 가능하며 대규모 인구집단 연구에는 적용이 제한적이다. 니코틴의 경우 수동식 시료 채취기를 이용한 개인노출 평가는 적정하나, 장기적 노출 평가에는 한계가 있다.

참고문헌

- Aerosol & Exposure Solutions. (n.d.). Personal exposure monitoring. <https://aesolutions.com.au/pem>
- ASTM International. (2017). Standard test methods for estimating contribution of environmental tobacco smoke to respirable suspended particles based on UVP and FPM (ASTM D5955-96(2017)). ASTM International.
- Aquilina, N. J., Jacob III, P., Benowitz, N. L., Fsadni, P., & Montefort, S. (2022). Secondhand smoke exposure in school children in Malta assessed through urinary biomarkers. *Environmental research*, 204, 112405.
- Battu, J. R., Karthik, S., Yashaswini, G., Thakur, H., Keerthana, A., Kumar, M. P. S., & Reddy, M. S. S. (2023). LC-MS/MS analysis of carcinogenic tobacco-specific nitrosamines in *Spodoptera litura* using the QuEChERS method. *Scientific Reports*, 13, 12151.
- Bommelé, J., Cremers, H., Den Hollander, W., Troelstra, S., Geuke, G., Dam, W., Willemse, E., Hopman, P., Hipple Walters, B., & Willemsen, M. (2024). Secondhand smoke exposure in public outdoor spaces in the Netherlands: The stronger the smell, the more exposure to nicotine. *Tobacco Induced Diseases*, 22, 10-18332.
- Continente, X., Henderson, E., López-González, L., Fernández, E., Tigova, O., Semple, S., O'Donnell, R., Navas-Acién, A., Cortés-Francisco, N., Ramírez, N., Dobson, R., López, M. J., & TackSHS Project Investigators (2023). Exposure to secondhand and thirdhand smoke in private vehicles: Measurements in air and dust samples. *Environmental Research*, 235, 116681.
- CV-AKL. (n.d.). Zefon® Aluminium Respirable Dust Cyclone | Respirable Dust Aluminium Cyclone. CV-AKL. <https://cv-akl.com/media-air-sampler-accessories-air-sampler/75-zefonR-aluminium-respirable-dust-cyclone.html>.
- Dobson, R., Rosen, L. J., & Semple, S. (2019). Monitoring secondhand tobacco smoke remotely in real-time: A simple low-cost approach. *Tobacco Induced Diseases*, 17, 18.
- Du, W., Wang, J., Chen, Y., Pan, B., Shen, G., & Lin, N. (2023). Attached smoking room is a source of PM_{2.5} in adjacent nonsmoking areas. *Indoor Air*, 2023(1), 7290742.
- Fernández, E., Ballbè, M., Sureda, X., Fu, M., Saltó, E., & Martínez-Sánchez, J. M. (2015). Particulate matter from electronic cigarettes and conventional cigarettes: a systematic review and observational study. *Current environmental health reports*, 2(4), 423-429.
- Hahn, D., Schmied-Tobies, M., Rucic, E., Pluym, N., Scherer, M., Debiak, M., Murawski, A., & Kolossa-Gehring, M. (2023). Urinary cotinine and exposure to passive smoke in children and adolescents in Germany-Human biomonitoring results of the German Environmental Survey 2014-2017 (GerES V). *Environmental research*, 216, 114320.
- Hammond, S. K., & Leaderer, B. P. (1987). A diffusion monitor to measure exposure to passive smoking. *Environmental Science & Technology*, 21(5), 494-497.

- Henderson, E., Rodriguez Guerrero, L. A., Continente, X., Fernández, E., Tigova, O., Cortés-Francisco, N., Semple, S., Dobson, R., Tzortzi, A., Vyzikidou, V. K., Gorini, G., Geshanova, G., Mons, U., Przewozniak, K., Precioso, J., Brad, R., López, M. J., & TackSHS project Investigators (2023). Measurement of airborne nicotine, as a marker of secondhand smoke exposure, in homes with residents who smoke in 9 European countries. *Environmental research*, 219, 115118.
- Hong, S. Y., Lim, M. K., Yun, E. H., Park, E. Y., Jeong, B. Y., Yang, W., & Lee, D. H. (2016). Scientific Evidence Supporting Policy Change: A Study on Secondhand Smoke Exposure in Non-smoking Areas of PC Rooms in Korea. *Cancer research and treatment: official journal of Korean Cancer Association*, 48(2), 834-837.
- Hong, S., Son, Y., Lee, H., Kim, S., Kim, H. J., Jo, H., ... & Yon, D. K. (2024). Global association of secondhand smoke exposure locations and smoking behaviour among adolescents in 99 countries. *Acta Paediatrica*, 113(9), 2048-2060.
- Hoshino, S., Noro, K., Moriya, M., Komatsu, A., Wang, Q., Miyake, Y., & Amagai, T. (2024). Quantitative evaluation of nicotine and particulate matter exposure for passive-and non-smokers via a nicotine passive sampler and a particulate matter sensor. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 17(12), 2767-2773.
- Jaakkola, M. S., & Jaakkola, J. J. K. (1997). Assessment of exposure to environmental tobacco smoke. *European Respiratory Journal*, 10(10), 2384-2397.
- Johnsson, T., Tuomi, T., Riuttala, H., Hyvärinen, M., Rothberg, M., & Reijula, K. (2006). Environmental tobacco smoke in Finnish restaurants and bars before and after smoking restrictions were introduced. *Annals of Occupational Hygiene*, 50(4), 331-341.
- Kim, D. (2025). Trends in the prevalence of secondhand smoke exposure, 2014-2023. *Public Health Weekly Report*, 18(14), 596-597.
- Kim, H., Lee, K., An, J., & Won, S. (2017). Determination of secondhand smoke leakage from the smoking room of an Internet café. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 67(10), 1061-1065.
- Kim, J., Ban, H., Hwang, Y., Ha, K., & Lee, K. (2016). Impact of partial and comprehensive smoke-free regulations on indoor air quality in bars. *International journal of environmental research and public health*, 13(8), 754.
- Kim, J., Lee, K., Kwon, H. J., Lee, D. H., & Kim, K. (2016). Association between secondhand smoke in hospitality venues and urinary 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol concentrations in non-smoking staff. *International journal of environmental research and public health*, 13(11), 1101.
- Kweather (n.d.). Air quality information. https://www.kweather.co.kr/sub/air_1.php.
- Labmadang. (n.d.). 미세먼지(분진)측정기 TSI AM520. <https://labmadang.co.kr/product/%EB%AF%B8%EC%84%B8%EB%A8%BC%EC%A7%80%EC%B8%A1%EC%A0%95%EA%B8%B0-tsi-am520/1561/>.
- Leaderer, B. P. (1990). Assessing exposures to environmental tobacco smoke. *Risk Analysis*, 10(1), 19-26.

- Lioy, P. J. (1990). Assessing total human exposure to contaminants. *Environmental Science & Technology*, 24(7), 938-945.
- Maroni, M., Fait, A., & Colosio, C. (1999). Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. *Toxicology letters*, 107(1-3), 145-153.
- Manini, P., De Palma, G., & Mutti, A. (2007). Exposure assessment at the workplace: implications of biological variability. *Toxicology letters*, 168(3), 210-218.
- Nakanishi, K., Ishibashi, C., Ide, S., Yamamoto, R., Nishida, M., Nagatomo, I., Moriyama, T., & Yamauchi-Takahara, K. (2023). Association of secondhand smoke exposure and health-related lifestyle behaviors among male university employees in Japan. *Scientific Reports*, 13(1), 13848.
- Nieuwenhuijsen, M. J. (2003). *Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology*. Oxford University Press.
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2016). NIOSH manual of analytical methods (NMAM), method 2551. <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>.
- Nieuwenhuijsen, M., Paustenbach, D., & Duarte-Davidson, R. (2006). New developments in exposure assessment: the impact on the practice of health risk assessment and epidemiological studies. *Environment International*, 32(8), 996-1009.
- Nondahl, D. M., Cruickshanks, K. J., Schubert, C. R., Klein, B. E. K., Klein, R., & Nieto, F. J. (2005). A questionnaire for assessing environmental tobacco smoke exposure. *Environmental Research*, 97(1), 76-82.
- Park, E. Y., Lim, M. K., Hong, S. Y., Oh, J. E., Jeong, B. Y., Yun, E. H., Yang, W., & Lee, D. H. (2018). Towards smoke-free cars in the Republic of Korea: Evidence from environmental and biochemical monitoring of third-hand smoke exposure in taxis. *Tobacco Induced Diseases*, 16, 11.
- Park, E. Y., Yun, E. H., Lim, M. K., Lee, D. H., Yang, W., Jeong, B. Y., & Hwang, S. H. (2016). Consequences of Incomplete Smoke-free Legislation in the Republic of Korea: Results from Environmental and Biochemical Monitoring: community based study. *Cancer Research and Treatment: Official Journal of Korean Cancer Association*, 48(1), 376-383.
- Park, M. B., & Sim, B. (2022). Evaluation of Thirdhand smoke exposure after short visits to public facilities (Noraebang and Internet Cafés): A prospective cohort study. *Toxics*, 10(6), 307.
- Raoof, S. A., Agaku, I. T., & Vardavas, C. I. (2015). A systematic review of secondhand smoke exposure in a car: Attributable changes in atmospheric and biological markers. *Chronic respiratory disease*, 12(2), 120-131.
- Sheu, R., Stöner, C., Ditto, J. C., Klüpfel, T., Williams, J., & Gentner, D. R. (2020). Human transport of thirdhand tobacco smoke: A prominent source of hazardous air pollutants into indoor nonsmoking environments. *Science advances*, 6(10), eaay4109.
- Shutterstock (n.d.), High quality illustration of mobile smartphone with stylish modern colorful user interface on a screen. Isolated on white background. <https://www.shutterstock.com/ko/image-illustration/high-quality-illustration-mobile-smartphone-stylish-151192160>.

- Soleimani, F., Dobaradaran, S., De-la-Torre, G. E., Schmidt, T. C., & Saeedi, R. (2022). Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: A comprehensive systematic review. *Science of the Total Environment*, 813, 152667.
- Tong, M., Goodman, N., & Vardoulakis, S. (2024). Impact of secondhand smoke on air quality in partially enclosed outdoor hospitality venues: a review. *BMC public health*, 24(1), 1872.
- Tzatzarakis, M., Vardavas, C., Terzi, I., Kavalakis, M., Kokkinakis, M., Liesivuori, J., & Tsatsakis, A. (2012). Hair nicotine/cotinine concentrations as a method of monitoring exposure to tobacco smoke among infants and adults. *Human & Experimental Toxicology*, 31(3), 258-265.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2019). Guidelines for human exposure assessment (EPA/100/B-19/001).
- Vainiotalo, S., Vaaranrinta, R., Tornaeus, J., Aremo, N., Hase, T., & Peltonen, K. (2001). Passive monitoring method for 3-ethenylpyridine: a marker for environmental tobacco smoke. *Environmental science & technology*, 35(9), 1818-1822.
- Vardavas, C. I., Agaku, I. T., Filippidis, F. T., Odani, S., & King, B. A. (2017). The Secondhand Smoke Exposure Scale (SHSES). *Tobacco Prevention & Cessation*, 3, 9.
- Zartarian, V. G., Ott, W. R., & Duan, N. (2007). Basic concepts and definitions of exposure and dose. In W. R. Ott, A. C. Steinemann, & L. A. Wallace (Eds.), *Exposure analysis* (pp. 33-63). Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Zhang, T., Chillrud, S. N., Yang, Q., Pitiranggon, M., Ross, J., Perera, F., Ji, J., Spira, A., Breyse, P. N., Rodes, C. E., Miller, R., & Yan, B. (2020). Characterizing peak exposure of secondhand smoke using a real-time PM_{2.5} monitor. *Indoor air*, 30(1), 98-107.
- 김누리, 하지원, 김규남, 이선영, 김종우, & 백정기. (2020). 비흡연자에서 요 중 코티닌 농도를 이용한 간접흡연의 변화: 9 개년 (2008-2011년, 2014-2018년) 국민건강영양조사를 이용하여. *Korean Journal of Family Practice*, 10(5), 378-385.
- 김은경, 추진아, & 최은숙. (2015). 암 환자의 성별 간접흡연 노출 관련요인. *Korean Journal of Health Promotion*, 15(4), 225-234.
- 이원영, 이준복, 최유리, 오석률, 이만호, 어수미, 차성일, 강신재, 이윤상. (2017). 흡연부스 내 담배연기의 먼지와 VOCs 배출특성. *한국도시환경학회지*, 17(3), 291-298.
- 임수길, 김정윤, 임완령, 손홍지, 이기영. (2009). 간접흡연의 정량적 노출측정 방법의 고찰. *한국환경보건학회지*, 35(2), 100-115.
- 질병관리청. (2024). 2023 국민건강통계: 국민건강영양조사 제9기 2차년도. 질병관리청.
- 환경부. (2017a). 실내공기질공정시험기준: 실내 공기 중 이산화질소 측정방법(화학발광법).
- 환경부. (2017b). 실내공기질공정시험기준: 실내 공기 중 일산화탄소 측정방법(비분산 적외선법).
- 환경부. (2017c). 실내공기질공정시험기준: 실내 공기 중 일산화탄소 측정방법(전기화학식 센서법).
- 환경부. (2021a). 실내공기질공정시험기준: 실내 공기 중 미세먼지 연속측정방법(베타선 흡수법).
- 환경부. (2021b). 실내공기질공정시험기준: 실내 공기 중 미세먼지 측정방법(중량법).
- 환경부. (2023). 실내공기질공정시험기준: 실내 및 건축자재에서 방출되는 폼알데하이드 측정방법(2,4-DNPH 카트리지와 액체크로마토그래프법).
- 환경부·국립환경과학원. (2024). 실내공기질공정시험기준(국립환경과학원고시 제2024-70호). 시행일자 2024년 12월 30일.

제3장

간접흡연 노출 평가 (2) 생체지표 활용

I. 개요

II. 생체지표 활용 노출 평가 정의 및 개념

III. 생체지표 활용 노출 평가 연구 동향

IV. 소결

I 개요

고려대학교 의과대학 박은영

간접흡연(Secondhand smoke, SHS)은 본인이 직접 흡연하지 않는 상황에서 다른 사람이 피우는 담배연기나 잔여 연기에 노출되는 현상을 의미한다. 이는 다양한 건강 문제를 야기하는 주요 환경 위해 요인으로 분류된다. 최근에는 담배연기 성분이 실내 표면, 먼지, 직물, 차량 내부 등 환경에 장기간 잔류하는 삼차흡연(Thirdhand Smoke, THS) 또한 새로운 위해 요인으로 주목되고 있다. 삼차흡연은 니코틴, 담배특이니트로사민(Tobacco-Specific Nitrosamines, TSNA), 중금속 등 다양한 유해물질이 환경에 흡착된 후 재방출되면서 장기간 저농도 노출을 초래한다.

이에 따라 간접흡연과 삼차흡연 노출을 정량적으로 평가할 수 있는 생체지표(Biomarker)에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 장에서는 간접흡연 노출 평가에 주로 사용되는 코티닌과 니코틴 지표를 중심으로, 지표의 정의와 개념, 시료별 측정 방법(혈액, 소변 등)의 장단점을 정리하고, 관련 국내외 연구 사례를 검토한다. 아울러 삼차흡연의 경우 환경 시료(예: 표면, 먼지 등) 분석과 인체 시료 내 니코틴·코티닌 측정을 통한 평가 방법 및 연구 동향을 함께 다룬다.

본 고찰의 목적은 간접흡연 노출 수준을 보다 정확하게 파악하고, 향후 공공보건 정책의 수립·평가에 생체 지표와 환경지표 기반의 과학적 근거를 제공하는 데 있다.

II

생체지표 활용 노출 평가 정의 및 개념

1 간접흡연 노출 측정 물질

가. 니코틴(Nicotine)

니코틴은 담배에 함유된 대표적인 알칼로이드 물질로, 주로 담배연기를 통해 흡수되며 중추신경계를 자극하여 각성, 기분 변화, 중독을 유발하는 물질이다. 니코틴은 간접흡연 노출을 직접적으로 반영할 수 있는 생체지표로 사용되기도 한다. 흡입된 니코틴은 폐포를 통해 빠르게 혈류로 흡수되며, 체내에서 신속히 코티닌으로 대사된다. 혈액이나 소변에서 측정되는 니코틴 농도는 노출 직후 수 시간 이내의 급성 노출을 반영하며, 반감기가 약 2시간 정도로 짧아 단기간 노출 탐지에는 유리하지만 장기 노출 수준을 반영하기에는 한계가 있다(Torres et al., 2018).

반면, 니코틴은 모발 내에서 대사되지 않은 채 축적되며, 모발이 자라는 과정에서 체내 노출 이력이 고정되어 장기간의 담배연기 노출을 반영할 수 있다(Uematsu et al., 1995). 이로 인해 모발 내 니코틴 측정은 수개월에 걸친 간접흡연 노출 추적이 가능한 생체지표로 간주된다. 다만, 모발 분석은 시료 채취가 상대적으로 비침습적인 방법이나 탈색·염색 등 화학적 처리로 인해 니코틴 농도가 변형될 가능성이 있고, 외부 표면에 부착된 니코틴으로 인한 오염 가능성을 배제하기 어렵다는 한계가 있다. 또한 분석 장비와 표준화된 프로토콜이 필요해 비용과 시간이 소요되므로 단기 노출 평가에는 활용에 제약이 있다.

나. 코티닌(Cotinine)

코티닌은 니코틴의 주요 대사산물로, 간에서 니코틴이 대사되는 과정에서 생성된다. 코티닌은 니코틴보다 반감기가 약 16~18시간으로 길어(Schick et al., 2017), 혈액·소변·타액 등 다양한 생체시료에서 니코틴 노출을 간접적으로 평가하는 지표로 널리 활용된다. 코티닌은 니코틴보다 체액 내 농도가 높고, 일중 변동이 적으며, 정밀하고 신뢰성 있는 분석이 가능하다는 장점이 있다. 또한 코티닌 수치는 흡연자와 비흡연자를 구분하는 기준값(cut-off value)을 제공하여 간접흡연 노출 여부를 객관적으로 판별하는 데 사용된다(Park et al., 2016).

그러나 간접흡연의 특성상 노출 농도가 낮고 경로가 다양하며, 음식 등을 통한 니코틴 섭취, 니코틴 패치나 니코틴 껌 등과 같은 니코틴 대체재가 요증 코티닌 농도에 영향을 줄 수 있어 정확한 정량화에는 한계가 있다(Haufroid & Lison, 1998). 실제로 요증 코티닌을 기준으로 흡연자와 비흡연자를 구분하는 값은 연구에 따라 20~200ng/mL까지 제시되어 일관된 기준 설정이 어렵다(Kim, 2016). 이러한 차이가 있음에도 국제금연학회(Society for Research on Nicotine and Tobacco, SRNT)는 비교적 보편적으로 사용되는 기준으로 요증 코티닌 50ng/mL를 제안하였다(Benowitz et al., 2002).

다. NNAL(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol)

NNAL(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol)은 담배특이니트로사민(NNK)의 대사산물로, 담배연기 및 간접흡연 노출에 특이적인 생체지표로 널리 활용된다. 코티닌은 니코틴의 주요 대사산물이지만, 감자, 토마토 등 가지과 식품에 자연적으로 함유된 식품 유래 니코틴이나 기타 환경적 요인의 영향을 받을 수 있는 반면, NNAL은 담배연기에서만 기원하는 물질로 알려져 있어, 간접흡연 노출 평가에서 더 높은 특이성을 제공한다(Avila-Tang et al., 2013).

NNAL은 반감기가 10-18일, 일부 연구에서는 최대 45일까지 보고되어(Goniewicz et al., 2009; Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2019), 흡연 중단 이후에도 수주에서 수개월간 체내에서 검출된다. 이러한 특성은 단기적이고 일시적인 노출보다 지속적이고 누적적인 간접흡연 노출을 추적하는 데 유리하다. 실제로 미국 청소년을 대상으로 한 연구에서 NNAL은 94%의 검출률을 보여 코티닌(87%)보다 민감한 지표로 나타났으며(Benowitz et al., 2009), 기준값은 약 9.6-14.4pg/mL로 제시되었다. 더 나아가 NNAL은 발암성 전구체인 NNK의 대사산물이므로, 단순 노출 지표를 넘어 간접흡연 노출에 따른 건강위해성, 특히 암 발생 위험 추정에도 중요한 근거를 제공한다(Yuan et al., 2014).

〈표 3-1〉 생체지표의 종류

생체지표	정의 및 개념	측정 목적
니코틴 (Nicotine)	담배연기에서의 주성분으로, 체내 흡수 후 빠르게 대사됨 (반감기: 약 2시간)	매우 최근의 간접흡연 노출을 몇 시간 이내 파악
코티닌 (Cotinine)	니코틴의 주요 대사산물로, 니코틴보다 반감기가 길어 간접흡연 노출을 간접적으로 반영함 (반감기: 약 16-20시간)	최근 1-3일 간의 간접흡연 노출 수준 파악
NNAL (4-(methylnitrosamino)- 1-(3-pyridyl)-1-butanol)	담배특이발암물질 NNK의 대사체로, 반감기가 길어 장기간 노출을 측정할 수 있음 (반감기: 약 10-45일)	장기적 노출량 및 만성 노출 반영 가능

2 간접흡연 노출 평가 방법 비교

가. 생체시료별 장단점 및 특성

소변은 비침습적이고 농도가 높아 대규모 조사에 적합하며 최근 1-3일 노출을 반영하나 수분 섭취에 따른 희석 변동이 커 크레아티닌 보정 등이 필요하다. 혈액은 표준화와 정밀도가 높아 수시간-1일의 급성 및 최근 노출 평가에 유리하나 침습적 채혈과 윤리 절차로 현장 적용성이 낮다. 타액은 비침습적이고 채취가 간편하여 학교 및 지역사회 조사에 유용하나 농도가 낮고 음식물과 오염 영향으로 변동성이 크다.

모발은 수개월 단위의 장기 누적 노출을 반영하고 보관이 용이하나 외부 오염 제거 등 전처리와 측정 표준화가 필요하다. 손·발톱은 수주-수개월의 장기 노출 지표로 채취가 간단하나 분석 난이도와 표준화 미흡, 외부 오염 가능성이 한계다.

결론적으로 단기 노출 평가는 소변·혈액이, 장기 누적 평가는 모발·손발톱이 적합하며 연구 목적에 따라 시료를 병행해 사용하는 전략이 권장된다(Benowitz et al., 2009, Szumska et al., 2024).

〈표 3-2〉 생체시료별 장단점 및 특성

시료 종류	주요 측정 지표	장점	단점	수행상 특성	활용상 특성
소변	코티닌, 니코틴	- 비침습적 채취 - 농도가 높아 분석 용이 - 단기 노출 반영 (1-3일)	- 개인별 수분 섭취 차로 희석도 변동 - 장기 노출 평가에는 한계 존재 - 크레아티닌 보정 필요	대규모 조사에 적합하며 수집 및 보관 용이	인구집단 역학 연구에 적합하며, 반복 측정을 통한 추적 가능
혈액	코티닌, 니코틴	- 높은 정밀도와 표준화 - 전신 노출량 반영 - 임상적 해석 용이	- 침습적 채취로 윤리적 문제 - 반감기가 짧아 최근 노출만 반영	채혈 기술이 요구되며 윤리·법적 절차 엄격	임상연구, 급성 노출 평가에 적합
타액	코티닌	- 비침습적 - 채취 간편 - 혈액과 높은 상관성	- 낮은 농도 및 음식물, 오염에 영향 - 보관시 변질 가능성	현장 채취가 가능하며 학교 또는 커뮤니티 연구 용이	지역사회 건강조사 및 청소년 연구에 적합
모발	코티닌, 니코틴	- 장기 노출 반영 가능 (수개월) - 시료 보관 용이	- 외부 오염 가능성 높음 - 표준화 부족 - 개인 모발 성장률 영향	채취 전 표준화가 필요하며, 분석 복잡 및 비용 높음	누적 노출 및 만성 노출 평가에 적합
손톱·발톱	코티닌, 니코틴	- 장기 누적 노출 평가 가능 - 변동성 적음	- 채취 기간 길고, 연구 적음 - 표준화 미흡	채취가 어렵고 분석방법 표준화 및 추가 연구 필요	만성 노출 평가, 소규모 연구에 적합

나. 간접흡연 및 삼차흡연 측정 방법의 장단점

간접흡연 측정은 실내 작업장 공기(PM1.0, PM2.5, PM10, 니코틴 등)와 생체지표(코티닌, NNAL 등)로 최근 단기 노출을 객관적으로 반영하고 방법 및 품질관리의 표준화가 잘 되어 감시, 규제, 개입 효과 평가에 유리하다. 그러나 환기, 공간 크기, 혼합도에 따른 단기 변동성이 크고 개인 간 차이가 커 대표성이 떨어질 수 있으며, 본질적으로 장기 누적 노출 추정에는 한계가 있다.

삼차흡연 측정은 표면 및 먼지의 니코틴 잔류물과 담배특이니트로사민을 분석해 장기간 추적과 재노출 가능성을 포착하고 오염원 추적과 환경 개선 평가에 강점이 있다. 반면 표면 및 먼지 농도를 개인의 실제 노출량으로 환산하는 데 불확실성이 크고, 채취 및 분석의 표준화와 품질관리가 미흡하며 전문성과 함께 시간 및 비용을 많이 요구한다는 제약이 있다.

〈표 3-3〉 간접흡연 및 삼차흡연 측정 방법 비교

구분	간접흡연	삼차흡연
대표 측정 지표	- 초미세먼지(PM1.0, PM2.5, PM10) - 실내·외 공기 중 니코틴 농도 - 휘발성유기화합물(VOCs) - 생체 내 니코틴·코티닌, NNAL	- 표면 및 환경 내 니코틴·코티닌·담배특이니트로사민 잔류물 - 인체 분비물(소변, 타액 등) 내 니코틴 대사체
측정 대상 공간·환경	- 실내공기(가정, 직장, 공공장소) - 실외 흡연구역 및 금연구역	실내 표면(벽, 가구), 차량 내부, 식물(커튼, 의류, 카펫), 먼지 등 장기간 잔류하는 실내 환경
시료 유형	- 대기 시료(PM1.0, PM2.5, PM10, 공기 중 니코틴, 먼지 중 NNK 포함) - 생체시료(소변, 타액, 혈액 등)	- 표면 시료(셀룰로오스 기질 부착 또는 면포 시료) - 환경 시료(먼지, 식물) - 생체시료(소변, 타액 등)
측정 장점	- 실내공기질 측정이나 생체지표를 통해 즉각적인 노출 수준 반영 가능 - 측정 및 분석 방법이 비교적 표준화되어 있어 연구 간 결과 비교와 재현성 용이 - 특정 집단·지역의 노출 수준 모니터링, 정책효과 평가, 규제 필요성 판단 등 공중보건 감시체계에 통합 가능	- 장기간 누적된 노출을 반영할 수 있어 실제 노출 수준을 정밀하게 평가 가능 - 흡연이 종료된 이후에도 표면 및 환경에 남아 있는 잔류물 측정 가능 - 환경적 오염과 개인의 건강영향 모두를 포괄적으로 고려할 수 있어 종합적인 위험 평가 가능
측정 단점	- 좁은 공간, 밀폐 환경, 여성 근로자 등 특정 조건에서 노출이 더 심해, 일반화에 한계 존재 - 실내 환경의 환기, 공간 크기, 공기 흐름 등에 따라 간접흡연 농도가 크게 달라져 측정 결과가 변동될 수 있음 - 순간적 농도 측정만으로는 장기적·누적적 노출을 평가하기 어려움	- 기존 연구들은 표본 크기가 작고, 시료 채취와 분석 방법의 표준화가 미흡하다는 한계 존재. 이에 대규모 표본을 대상으로 한 표준화된 프로토콜 적용 연구 필요 - 삼차흡연 노출 평가는 다양한 시료와 고감도 분석 기법을 활용하므로 측정이 쉽지 않고 복잡하며, 분석 비용과 시간 소요 - 삼차흡연 평가 시, 공기 중 또는 표면에 존재하는 다른 오염원으로부터의 영향과 삼차흡연으로 인한 노출을 명확히 구분하기 어려워, 측정 정확도와 해석에 제한 발생

Ⅲ

생체지표 활용 노출 평가 연구 동향

1 간접흡연 노출 평가 방법

가. 해외 연구 동향

간접흡연 및 흡연 판별의 국외 문헌을 요약하면 간접흡연 및 흡연 판별 연구에서는 혈청·소변·타액 코티닌을 중심으로 다양한 생체지표 기준값이 제시되고 있다. 비흡연자 간접노출 평가는 혈청 코티닌 0.05–10.00ng/mL 범위가 제시되고 있으며(≥ 3 세 비흡연자 기준), 영유아(0–5세)는 0.05ng/mL를 주로 적용하고 있다(Homa et al., 2015; Mourino et al., 2022).

1985년부터 2014년까지 북미와 유럽에서 수행된 연구를 분석한 결과, 흡연자와 비흡연자를 구분하기 위한 코티닌 기준값은 타액 10–25ng/mL(최근 연구에서는 12ng/mL), 혈청 10–20ng/mL(최근 연구에서는 3ng/mL), 소변 50–200ng/mL 수준으로 보고되었다. 민감도와 특이도는 각각 타액 69–99%와 74–99%, 혈청 73.2–98.9%와 78.7–99.0%, 소변 93.2%와 95.7%로 제시되었다(Kim, 2016).

미국 국민건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) 1999–2004년 자료를 분석한 연구에서는 혈청 코티닌 기준값이 성인 3.08ng/mL, 청소년 2.99ng/mL로 보고되었으며, 인종별로는 비히스패닉 백인 5ng/mL, 비히스패닉 흑인 6ng/mL, 멕시코계 1ng/mL 등으로 구분되었다(Benowitz et al., 2009). 이후 2013–2014년 자료 분석 결과, 소변 코티닌 91.7ng/mL, 하이드록시코티닌(Hydroxycotinine) 128.0ng/mL가 기준값으로 제시되었고, 인종별 차이가 뚜렷하게 확인되었다(Jain, 2020).

또한, 다국적 연구를 종합한 결과 혈청 코티닌 3ng/mL, 소변 코티닌 31.5–164.0ng/mL, 호기 일산화탄소(Carbon monoxide, CO) 6ppm이 간접흡연 및 흡연 판별의 대표적 기준으로 보고되었으며, 호기 일산화탄소는 건강인뿐 아니라 만성폐쇄성폐질환(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)이나 천식 환자에서도 흡연 노출 평가 지표로 활용되고 있다(Bradicich & Schuurmans, 2020).

전반적으로, 국외 간접흡연 노출 평가는 혈청 코티닌을 중심으로 한 기준값이 주로 제시되고 있으며, 연령·인종·사회경제적 요인을 고려한 세분화된 기준 적용이 이루어지고 있다. 또한, 코티닌 대사체(하이드록시코티닌)와 호기 일산화탄소 등 다양한 생체지표를 병용한 평가가 확대되는 추세이다.

〈표 3-4〉 국외 간접흡연 노출 평가 문헌 방법 및 기준 요약

연번	저자 (연도)	국가	평가 목적	연구 대상	적용 대상	생체지표	최적 기준값	민감도/특이도	비고
1	Mourino et al. (2022)	미국, 유럽	간접흡연 노출 평가	0-5세 아동 대상 문헌 51편 분석	아동 (0-5세)	혈청 코티닌	0.015-100ng/mL (가장 흔한 값: 0.05ng/mL)	-	• 연령별 기준값이 부재함 • 대부분 NHANES의 검출한계 (Limit of Detection, LOD)인 0.05ng/mL 사용
2	Jain (2020)	미국	흡연자, 비흡연자 구분	NHANES 2013-2014 자료 기반 20세 이상 성인 대상 (인종 및 성별 세부 분석)	미국 성인 전체 및 인종·성별 세부군	소변 코티닌, 소변 하이드록시 코티닌	• 코티닌: 91.7ng/mL • 하이드록시코티닌: 128.0ng/mL (총 인구 기준)	• 코티닌: 민감도 97.1% 특이도 97.1% • 하이드록시코티닌: 민감도 96.5% 특이도 96.5%	• 최소 민감도 95.5%, 최소 특이도 95.4% 기준 적용됨 • 인종별 차이 매우 큼 (예: 흑인)아시아계)
3	Bradicich & Schuurmans (2020)	스위스 (미국, 한국, 일본, 폴란드, 브라질 등 다국적 연구 종합)	흡연자, 비흡연자 간접흡연, 환자군 (만성 폐쇄성 폐질환, 천식), 건강인 대조군	성인 건강인, 만성폐쇄성 폐질환, 천식 환자 포함 14편 문헌 리뷰	건강인 만성폐쇄성 폐질환 환자 천식 환자 간접흡연	혈청 코티닌, 소변 코티닌, 호기 일산화탄소	• 혈청 코티닌: 3.08ng/mL • 소변 코티닌: 31.5-164.0ng/mL • 호기 CO: 6ppm • 코티닌 기준값: 명확치 없음 • 호기 CO: 11ppm • 코티닌 기준값: 명확치 없음 • 호기 CO: 10ppm • 혈청 코티닌: 3ng/mL • 소변 코티닌: 50-170ng/mL	• 혈청: 민감도 96.3%, 특이도 97.4% • 소변: 민감도 >93%, 특이도 >93% • 호기 CO: 민감도 94%, 특이도 96% 호기 CO: 민감도 73.1%, 특이도 84.7% 호기 CO: 민감도 85.0%, 특이도 85.8% -	• 건강인 대상 기준값은 비교적 명확함 • 만성폐쇄성폐질환·천식 환자군에서는 호기 CO 중심으로 제시됨 • 간접흡연 대상 기준값은 제한적으로만 보고됨
4	Kim (2016)	북미 (미국), 유럽 (영국 등) 중심	흡연자, 비흡연자 구분	1985-2014 PubMed 등재 논문 104편 중, 코티닌 기준값의 민감도, 특이도 및 결정 방법이 명확히 기술된 32편의 연구 분석	성인, 청소년	타액, 혈청, 소변 내 코티닌 농도	• 타액: 10-25ng/mL • 혈청: 10-20ng/mL • 소변: 50-200ng/mL ※ 최근 제안 기준: • 혈청 3ng/mL, • 타액 12ng/mL	• 타액: 민감도 69-99%, 특이도 74-99% • 혈청: 민감도 73.2-98.9%, 특이도 78.7-99.0% • 소변: 민감도 93.2%, 특이도 95.7%	• 기준값 산출 방식은 연구 설계, 인구특성 및 측정법 따라 상이함 • 최근 대규모 역학연구 기준값은 기존보다 더 낮은 수준에서 제안되는 경향
5	Homa et al. (2015)	미국	간접흡연 노출 기준	NHANES 1999-2012 비흡연자 대상	≥3세 비흡연자	혈청 코티닌	0.05-10.00ng/mL	-	• 간접흡연 노출자: 혈청 코티닌 0.05-10ng/mL로 정의 • 노출 감소 (1999-2000년) 52.5% → (2011-2012년) 25.3% • 아동(3-11세), 비히스패닉 흑인, 저소득층, 임대 주택 거주자에서 노출률 높음

〈표 3-4〉 국외 간접흡연 노출 평가 문헌 방법 및 기준 요약(계속)

연번	저자 (연도)	국가	평가 목적	연구 대상	적용 대상	생체지표	최적 기준값	민감도/특이도	비고
6	Benowitz et al. (2009)	미국	흡연자, 비흡연자 구분	NHANES 1999-2004 성인 3,078명, 청소년 13,078명	성인, 청소년	혈청 코티닌	• 전체 (성인) $\geq 3.08\text{ng/mL}$ (청소년) $\geq 2.99\text{ng/mL}$ • 인종별 <비히스패닉 백인> (성인) $\geq 5\text{ng/mL}$ (청소년) $\geq 3\text{ng/mL}$ <비히스패닉 흑인> (성인) $\geq 6\text{ng/mL}$ (청소년) $\geq 3\text{ng/mL}$ <멕시코계> (성인·청소년) $\geq 1\text{ng/mL}$	• 성인: 민감도 96.3%, 특이도 97.4%, • 청소년: 민감도 86.5%, 특이도 93.1%	인종별 기준값 제안

나. 국내 연구 동향

국내에서는 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANES)를 활용해 간접흡연 노출 수준과 흡연자·비흡연자 구분을 위한 생체지표 기준값을 제시하는 연구가 수행되어 왔다. 니코틴을 측정하는 연구로는, Lee 등(2023)이 국민건강영양조사(2019-2021) 자료를 활용하여 요중 니코틴, 코티닌, 노르니코틴(Nornicotine), 3-하이드록시코티닌(3-hydroxycotinine, 3-OH-cotinine), 아나바신(Anabasin) 등 총 니코틴 등가물(Total Nicotine Equivalents, TNE; TNE3, TNE7 등으로 구분됨)을 병합한 다중 생체지표 접근법을 검증하였다. 이 연구에서 단일 지표 대비 다중 니코틴 대사체를 병용한 지표의 분류 일치도(Cohen's kappa=0.982-0.994)가 매우 높게 나타나, 복합 니코틴 지표가 개인의 간접흡연 노출 수준을 보다 정밀하게 반영할 수 있음을 제시하였다. 조영환 등(2021)은 결련형 전자담배 사용자와 비흡연자를 대상으로 호기 휘발성유기화합물을 분석하여, 니코틴 대사체 외에도 휘발성유기화합물이 새로운 간접흡연 지표로 활용될 가능성을 제시하였다.

코티닌을 활용한 연구에서는, Park 등(2022)이 크레아티닌 보정 요중 코티닌의 흡연자 판별 기준값을 20.9ng/mg(95% CI 20.8-21.0, 민감도 96.6%, 특이도 93.8%)으로 제시하였으며, 연령이 증가할수록 기준값이 상승하는 경향을 보고하였다. Lee(2022)는 요중 코티닌 기준값을 26.9 μ g/L(민감도 98.19%, 특이도 96.01%)로 제시하고, NNAL과의 복합지표(4.0, 95% CI 3.9-4.6)가 단일 지표보다 구분 성능이 우수하다고 보고하였다. Lee 등(2022)는 국민건강영양조사(2008-2018) 자료를 분석하여 요중 코티닌의 최적 기준값이 2008년 86.5 μ g/L에서 2018년 11.5 μ g/L로 감소했음을 확인하였으며, 이를 국내 간접흡연 노출 수준의 장기적 감소를 반영한 결과로 해석하였다. 한편, Ko 등(2016)은 자동 면역분석 장비 기반 혈중 코티닌 기준값을 13.2ng/mL로 제시하였고, 민감도 95.7%, 특이도 94.1%를 보고하였다. Kim and Jung(2013)은 요중 코티닌 164ng/mL와 코티닌-크레아티닌 비율(Cotinine:Creatinine Ratio, CCR) 1,122ng/mg을 기준값으로 설정하였으며, 성별 및 연령별 민감도와 특이도 모두 90% 이상으로 나타났다. 반면, Jung et al.(2012)은 요중 코티닌 기준값을 남성 95.6ng/mL, 여성 96.8ng/mL로 제시하였으나, 코티닌 단독으로는 간접흡연 노출군과 비노출군의 명확한 구분이 어렵다고 보고하였다.

NNAL을 활용한 연구에서는, Park 등(2022)이 요중 NNAL의 최적 기준값을 8.9pg/mg(95% CI 8.8-8.9)로 제시하였으며, 민감도 94.0%, 특이도 94.7%를 보고하였다. Lee(2022)는 요중 NNAL 12.3ng/L를 기준값으로 제시하고, 높은 판별 성능(민감도 96.87%, 특이도 92.72%)을 확인하였다. 또한 코티닌과 NNAL을 병합한 복합지표는 단일 지표 대비 가장 우수한 구분 성능을 보였으며, NNAL/코티닌 비율(0.6mg/g)은 상대적으로 낮은 판별력을 나타냈다. NNAL은 코티닌에 비해 반감기가 길고 담배연기에 특이적인 지표이므로, 두 지표의 병용은 간접흡연 노출 구분의 정확도를 높이는 것으로 평가된다.

종합하면, 국내 간접흡연 노출 평가는 주로 요중 코티닌과 NNAL을 중심으로 기준값을 제시해 왔으며, 최근 니코틴 대사체 및 휘발성유기화합물을 포함한 복합지표 기반 정밀 평가로 확장되고 있다. 이러한 접근은 단일 지표의 한계를 보완하고, 신종담배제품 확산에 따른 다양한 노출 형태를 반영할 수 있도록 발전하고 있다.

〈표 3-5〉 국내 간접흡연 노출 평가 방법 및 기준 요약

연번	저자 (연도)	평가 목적	연구 대상	적용 대상	생체지표	최적 기준값	민감도/특이도	비고
1	Lee et al. (2023)	현재 흡연자, 비흡연자 분류 (검증)	KNHANES 2019-2021 6세 이상 19,874명	≥6세	요중 코티닌, 니코틴, 노르니코틴, 3-하이드록시코티닌, 아나바신, 총 니코틴 등가물	기준값 미확정 (바이오마커 병용 검증을 목적으로 함)	- 민감도 및 특이도 제시 없음 - 분류 일치도 평가 (Cohen's kappa: 0.982-0.994)	- 단일 측정법과 다중 니코틴 대사체 병용 측정법 간의 분류 일치도 매우 높음 - 다중 니코틴 대사체 병용 평가의 검증 및 유효성 입증
2	Kim & An (2020)	신종담배제품 유해물질 배출 특성 분석	신종담배제품	신종 담배 제품	신종담배제품 담배연기 내 포름알데히드, 아세트알데히드, 아크롤레인 등	-	-	- 표준화된 신종담배 연기 발생 시스템을 개발하여, 가열 온도 조절에 따른 신종담배제품의 유해물질 배출 특성을 분석함 - 이 시스템은 다양한 신종담배의 유해물질을 객관적으로 평가할 수 있어, 효과적인 규제 정책 수립에 활용될 수 있음
3	Park et al. (2022)	현재 흡연자, 비흡연자 분류	KNHANES 2008-2018 성인 33,429명 (남 15,653명, 여 17,776명)	성인	크레아티닌 보정 요중 코티닌	20.9ng/mg (95% CI 20.8-21.0)	96.6%/93.8%	- 코티닌 및 NNAL 최적 기준값은 연령 증가에 따라 상승 - TNE3, NNAL 농도의 경우 남성보다 여성이 더 큼 - 코티닌 기준값은 기간별 감소 추세
			KNHANES 2008-2018 성인 6,337명 (남 3,091명, 여 3,246명)	성인	요중 NNAL	8.9pg/mg (95% CI 8.8-8.9)	94.0%/94.7%	
4	Lee (2022)	현재 흡연자, 비흡연자 분류 및 간접흡연 노출 평가	KNHANES 성인 15,691명 (흡연 10,116명, 검증 5,575명)	성인	요중 코티닌	26.9 μ g/L (95% CI 9.3-33.9 μ g/L)	98.19%/96.01%	민감도/특이도 모두 높음, 우수한 구별력을 보여줌
					요중 NNAL	12.3ng/L (95% CI 12.0-18.6ng/L)	96.87%/92.72%	높은 민감도와 특이도로 구별 가능
					요중 코티닌, NNAL (복합 지표)	4.0 (95% CI 3.9-4.6)	98.66%/94.62%	가장 뛰어난 구별력을 보여줌
					요중 NNAL/ 코티닌 비율	0.6mg/g (95% CI 0.6-0.8mg/g)	96.20%/89.35%	성능이 가장 낮으며, 구별력도 낮음
5	Lee et al. (2022)	현재 흡연자와 비흡연자 분류 기준 변화 평가	KNHANES 2008-2018 성인 18,229명	성인	요중 코티닌	- AUC 기반 최적 기준: (2008년) 86.5μg/L → (2018년) 11.5μg/L - 노출 평가용 범위: 0.30-100μg/L	-	- 간접흡연 노출 감소에 따라 기준값 값도 낮아짐 - 전자담배가 확산되는 상황에서 정확한 흡연자 분류의 중요성 강조
6	조영환 등 (2021)	현재 흡연자와 비흡연자 분류 지표 탐색	2019.8.- 2020.3. 성인 40명 (흡연자 30명, 비흡연자 10명)	성인	휘발성유기화합물 (2-methylfuran, pyridine, isoprene, benzene)	-	-	- 분석한 휘발성유기화합물 중 2-methylfuran과 pyridine을 흡연 지표로 제안함 - 결련 흡연자를 대상 분석 결과, 결련형 전자담배 사용에서도 호기 휘발성유기화합물 분석을 통한 간접흡연 평가 가능성 제시

〈표 3-5〉 국내 간접흡연 노출 평가 방법 및 기준 요약(계속)

연번	저자 (연도)	평가 목적	연구 대상	적용 대상	생체지표	최적 기준값	민감도/특이도	비고
7	Ko et al. (2016)	현재 흡연자, 비흡연자 분류	성인 120명	성인	혈중 코티닌	13.2ng/mL	95.7%/94.1%	화학발광 면역분석법 기반 혈중 코티닌 최초 기준 설정
8	Kim & Jung (2013)	현재 흡연자, 비흡연자 분류	KNHANES 2008-2010 성인 11,629명	성인	요중 코티닌	164ng/mL	남: 93.1-94.5%/ 92.8-97.0%	전 연령군 기준
							여: 87.1-93.8%/ ≥92%	연령대별 구분 적용 (19-34, 35-54, ≥55세)
					코티닌:크레아티닌 비율	1,122ng/mg	남: 90.0-96.9%/ 92.2-96.8%	전 연령군 기준
							여: 82.9-94.9%/ ≥92%	연령대별 구분 적용 (19-34, 35-54, ≥55세)
9	Jung et al. (2012)	비흡연자 간접흡연 노출 평가	성인 33,829명	성인	요중 코티닌	• 남: 95.6ng/mL • 여: 96.8ng/mL	• 남: 95.2%/97.1% • 여: 96.1%/96.5%	요중 코티닌 수치 측정은 간접흡연 노출 그룹과 비노출 그룹을 구별하는 데 비유용
						• 남: 94.2ng/mL • 여: 91.5ng/mL	• 남: 96.5%/90.6% • 여: 95.4%/85.3%	

다. 국가 간 노출 평가 방법 및 기준 비교

미국은 혈청, 소변, 타액을 다양하게 사용하되, 특히 혈청 코티닌을 중심으로 간접흡연 노출을 평가하고 있다. 미국 국민건강영양조사 자료를 기반으로 수신자조작특성곡선(Receiver Operating Characteristic, ROC) 분석을 활용해 기준값을 설정하며, 곡선하면적(Area Under the Curve, AUC)을 통해 분류 성능을 평가하고 있다. 이를 통해 인종별 기준값도 제시하고 있으며, 미국 건강건강영양조사의 검출한계(0.05ng/mL)는 간접흡연 평가의 표준 기준으로 널리 활용되고 있다(National Center for Environmental Health [NCEH], Division of Laboratory Sciences, 2019).

한국은 주로 소변(크레아티닌 보정 요중 코티닌, NNAL)을 활용하여 노출을 평가하며, 수신자조작특성곡선 기반 곡선하면적 분석으로 기준값을 설정한다. 국내 연구에서는 소변 코티닌 0.3-100.0μg/L, 혈청 코티닌 0.05-10.00ng/mL 수준을 간접흡연 노출 판단 기준으로 제시하고 있다.

〈표 3-6〉 국가 간 노출 평가 기준 및 노출 수준 비교

항목	한국	미국	유럽(일부, 영국 포함)
평가 시료	주로 소변 (크레아티닌 보정 요중 코티닌, NNAL)	혈청(특히 혈청 코티닌), 소변, 타액 다양하게 사용	혈청, 소변, 타액 (미국 기준과 유사함)
평가 지표	주로 코티닌, 일부 NNAL	코티닌(주로 혈청), 3-하이드로코티닌 등 부가지표 활용	대부분 코티닌 (미국 기준을 따름)
기준값 (cut-off) 설정 방식	• ROC 곡선 기반 AUC 분석 • 시간 경과에 따른 변화 고려	• 대부분 ROC 곡선 기반 분석 (2×2 Table 활용) • NHANES 자료 활용 인종별 기준값 제시	• 미국 기준(특히 NHANES) 빈번히 인용 • 특정 연령별 기준값 미흡
간접흡연 노출 기준	연구기반 노출 판단 범위 소변 코티닌 0.3-100.0μg/L 혈청 코티닌 0.05-10.00ng/mL	NHANES 검출한계 기준 혈청 코티닌 0.05ng/mL	미국 NHANES 검출한계 기준 (혈청 코티닌 0.05ng/mL) 빈번히 인용

2 간접흡연 노출 평가 결과

가. 국외 연구 동향

국외 연구 검토 결과, 간접흡연과 삼차흡연 노출 평가는 공기·표면·먼지 등 환경 시료와 소변·혈액·타액 등 생체시료를 함께 활용하는 방향으로 확장되는 경향이 확인되었다. 연구들은 단일 지표 중심의 평가에서 벗어나, 노출 환경과 인체 내 흡수 수준을 동시에 반영하려는 접근을 점차 강화하고 있다.

연구에서 활용된 주요 생체지표는 소변·타액의 코티닌과 3-하이드록시코티닌, 소변 NNAL, 혈액 니코틴, 호기 이산화탄소 농도, 혈액·호기 카복시헤모글로빈(Carboxyhemoglobin, COHb), 그리고 납·카드뮴과 같은 금속류가 확인되었다. 이러한 지표들은 간접흡연뿐 아니라 삼차흡연 노출 평가에서도 핵심적인 역할을 수행하는 것으로 보고되었다.

담배제품 유형별로 보면, 워터파이프 담배연기 노출 후 호기 이산화탄소 농도, 혈액·호기 카복시헤모글로빈, 혈중 니코틴, 소변 코티닌이 일관되게 상승하는 경향이 보고되었다(Yan et al., 2024). 전자담배 사용자의 경우 소변 내 발암성 대사체와 금속류 농도가 증가한 것으로 나타났으며(Bjurlin et al., 2021; Zhao et al., 2020; Batista et al., 2024), 껀련형 전자담배는 일반담배(껀련)에 비해 다수의 지표가 낮았으나 금연군과 비교할 경우 일부 발암성 지표는 여전히 높은 수준을 보여 위해 저감 가능성은 있으나 안전 대체재로 보기는 어렵다는 결론이 제시되었다(Drovandi et al., 2020; Simonavicius et al., 2019).

삼차흡연과 관련해서는 인체 바이오마커와 표면 니코틴 잔류를 결합한 다중 평가 접근이 권고되고 있다(Díez-Izquierdo et al., 2018). 다수의 연구에서 표준화된 측정 프로토콜 확립과 대규모 표본을 활용한 연구의 필요성이 반복적으로 제기되었다(Almassi et al., 2025).

흡연 관련 생체지표의 변화는 환경지표의 상승과도 밀접하게 연관되는 것으로 나타났다. 자동차 내부, 실외 흡연 허용 업소 인접구역 등에서는 초미세먼지(PM2.5) 농도가 일관되게 증가하였으며(Raouf et al., 2015; Tong et al., 2024), 액상형 및 껀련형 전자담배 사용 환경에서는 입자상 물질과 휘발성유기화합물 배출이 보고되어 실내공기질 악화와 연결되었다(Giongo et al., 2023; Fernández et al., 2015). 특히 전자담배의 경우, 실제 사용 순간 초미세먼지(PM2.5) 농도의 급증이 확인되어, 순간적 노출과 생체지표 상승 간의 연관성을 시사한다(Giongo et al., 2023). 또한 금연 이후에도 가정·차량 표면에서 니코틴 및 NNK 잔류가 검출되어, 삼차흡연 연구에서는 표면 지표와 바이오마커를 동시에 고려할 필요성이 제기되었다(Díez-Izquierdo et al., 2018).

다만 국외 연구 전반에서 노출 정의, 시료 유형, 분석 방법이 연구마다 상이하여 결과를 직접 비교하거나 정량적으로 통합하는 데에는 한계가 있는 것으로 지적된다. 이러한 점은 향후 간접흡연 및 삼차흡연 연구에서 표준화된 평가 체계 구축의 중요성을 시사한다.

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
1	Harris & Heaton (2025)	체계적 문헌고찰	개인·직업·상업용 차량 내 담배연기(간접·삼차흡연) 노출 유형별, 니코틴 바이오마커 활용 현황, 건강영향 평가	차량 내 흡연 및 간접·삼차흡연 노출 포함 연구 17편 (2014-2024년 발표, 청소년·아동 중심)	- 차량 내 간접·삼차흡연 노출 수준 - 니코틴 바이오마커 - 건강영향 관련 보고	- 차량 내 간접·삼차흡연이 청소년·어린이에서 특히 높게 나타남 - 직업·상업 운전자(특히 장거리 트럭 운전자, Long-haul truck drivers: LHTDs)에 대한 노출 연구는 부족한 상황임 - LHTDs는 트럭 캐빈이라는 밀폐된 환경으로 인해 장기적으로 폐암 위험 증가 가능성이 존재함	- 차량 내 흡연은 취약집단(청소년, 어린이)과 직업군(LHTDs)에 건강 위험을 초래할 수 있음 - 직업·상업 운전자 대상 연구가 매우 부족, 향후 연구에서 니코틴 바이오마커를 활용한 노출 정량화와 LHTDs 맞춤형 금연 중재 개발이 필요함
2	Almassi et al. (2025)	체계적 문헌고찰	니코틴 기반 삼차흡연 잔류물 측정 방법의 유효성 평가	인간 대상 포함 연구 36편 (1999-2024년 발표, 모든 연령·성별·인종 포함, 동물 연구 제외)	- 인체 분비물 분석 (타액·소변 내 니코틴·코티닌·3HC 등 대사산물 측정) - 셀룰로오스 기질 기반 세포 분석 - 환경 평가(실내·차량·이외 표면·직물 표면의 잔류 니코틴 분석) - 역학적 평가(설문조사 등)	- 분석 방법은 인체 분비물, 셀룰로오스 기질 분석, 환경 표면 분석, 역학 조사로 구분됨 - 타액·소변 등 비침습적 매트릭스를 통한 바이오마커 분석이 자주 사용됨 - 다양한 환경(실내, 차량, 직물 등)에서 니코틴 잔류물이 검출됨 - 머신러닝 기법과 설문조사 등 다양한 도구가 활용됨	- 삼차흡연 노출 평가는 다양한 시료와 고감도 분석기법을 활용해야 함 - 인체 생체시료와 환경 시료 중합의 다중 평가가 효과적임 - 현재 연구들은 표본 크기가 작아 한계가 있으므로, 대규모 표본과 표준화된 프로토콜을 적용한 추가 연구가 필요함 - 표준화된 측정법 개발과 통합 평가가 삼차흡연 영향 연구에 중요함
3	Wogayehu et al. (2024)	체계적 문헌고찰과 메타분석	아프리카 임산부의 키트(khat), 알코올, 담배 사용 현황 및 관련 요인 분석	아프리카 임산부 대상 연구 71편 (2002-2021년 발표)	- 임신 중 키트(임담배) 사용 - 임신 중 음주 - 임신 중 삼차흡연 - 임신 중 간접흡연 노출 유형별 및 위험요인	- 키트 사용률 18.93%, 음주를 22.20%, 흡연을 11.85%, 간접흡연 노출률 43.45% - 간접흡연 노출 위험요인으로 지력력, 젊은 연령, 임신 전 음주, 계획되지 않은 임신, 유산력, 사회적 지지 부족, 정신적 고통, 위험 인지 부족, 파트너 음주가 확인됨	- 아프리카에서 임신 중 약물 사용이 높아 태아 및 산모 건강 위험이 증가함 - 산전 진료 시 약물사용 선별 및 간단 개입 (Brief Intervention) 필요성이 강조됨

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
4	Mourino et al. (2024)	체계적 문헌고찰	2008년 포르투갈 부분 흡연 금지법 시행 이후 간접흡연 노출 평가 및 유병률 추정	포르투갈 내 연구 13편 (성인, 청소년· 임산부·아동 대상)	간접흡연 노출 유병률 (가정, 바/레스토랑 등 공공장소)	- 간접흡연 노출 유병률은 2010년 가정 내 성인 8.2%에서 2016년 바 및 레스토랑 테라스 내 청소년 및 성인 93.3%까지 다양함 - 아동 7명 내 간접흡연 노출률은 2010-2011년 32.6%에서 2016년 14.4%로 감소함 2010-2011년 포르투 임신 3기 여성의 49.8%가 간접흡연에 노출됨 - 리اسب과 아조레스 아동의 가정 내 간접흡연 노출률은 각각 32.6%, 38.4%임	- 포르투갈 인구, 특히 아동과 임산부가 여전히 간접흡연에 노출되고 있음 - 실내외 공공장소뿐 아니라 사적 공간에 대한 포괄적 금연정책 강화가 필요함
5	Hong et al. (2024)	메타분석	99개국 소득수준별 가정, 공공장소, 학교 내 간접흡연 노출이 청소년 흡연율에 미치는 영향 분석	WHO Global Youth Tobacco Survey (GYTS) 자료 활용 포함 연구 (2013-2021년, 99개국 청소년 대상)	간접흡연 노출 위험별 흡연율 (가정, 공공장소, 학교), 기준 교차비	- 고소득국과 상위중소득국 청소년의 공공장소 간접흡연 노출과 흡연 행동 간 유의한 연관성이 있었음(고소득국 wOR=3.50, 상위중소득국 wOR=2.90) - 저소득국과 하위중소득국은 가정 내 간접흡연 노출과 흡연 행동 간 연관성이 강함(저소득국 wOR=5.33, 하위중소득국 wOR=2.71) - 소득이 낮을수록 가정 내 간접흡연과 현재 흡연 연관성이 증가함 - 저소득국에서는 공공장소 간접흡연 노출과 미래 흡연 의향이 증가함	- 국가 소득 수준에 따른 맞춤형 개입이 필요함 - 저소득국은 가정 내 간접흡연 차단 전략이 중요하며, 고소득국은 공공장소 금연정책 강화가 필요함
6	Yan et al. (2024)	체계적 문헌고찰과 메타분석	워터파이프 담배연기 (Waterpipe Tobacco Smoke, WTS) 노출 바이오파이프 유형과 노출 전·후 농도 변화 분석	연구 73편 (총 3,755명, 남성 49%, 평균 연령 24.8세)	- 호기 이산화탄소 농도 - 혈액·호기 카복시헤모글로빈 - 혈액 니코틴 - 호기 코티닌 - 워터파이프 담배연기 관련 바이오파이프(11종)	- 호기 이산화탄소 농도: 27.00ppm 증가 (95% CI 20.91-33.08) - 혈액 카복시헤모글로빈: 4.30% 증가 (95% CI 2.57-6.03) - 호기 카복시헤모글로빈: 7.14% 증가 (95% CI 4.96-9.31) - 혈액 니코틴: 8.23ng/mL 증가 (95% CI 6.27-10.19) - 소변 코티닌: 110.40ng/mL 증가 (95% CI 46.26-174.54)	- 워터파이프 담배연기 노출 바이오파이프가 기존 담배 흡연과 유사함이 확인됨 - 일부 바이오파이프 농도가 더 높아 건강위해 가능성이 큼 - 호기 이산화탄소 농도, 혈액·호기 카복시헤모글로빈, 니코틴, 코티닌은 워터파이프 담배연기 노출 평가와 정책 효과 측정에 유용함 - 워터파이프 담배연기 관련 규제 및 공중보건 교육 캠페인 강화 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
7	Batista et al. (2024)	서술적 문헌고찰	전자담배 사용자 및 간접 노출자의 생체시료 내 금속 농도 평가	연구 18편 (전자담배 사용자 및 간접흡연 노출자 대상)	생체시료(혈액, 소변, 타액 등) 내 금속 농도(납, 카드뮴 등)	- 전자담배 직간접 노출 모두 생체 내 납, 카드뮴 등 금속 농도 상승과 관련됨 - 전자담배 사용자의 금속 농도는 일반담배(칼렌) 사용자보다 낮은 편임 - 연구마다 금속 종류와 농도에 차이가 있으나, 납과 카드뮴은 일관되게 검출됨	- 전자담배 사용 및 간접 노출 시 금속 노출 위험이 존재함이 확인됨 - 금속 함유 및 가열과정에서 발생하는 노출 가능성 제기됨 - 금속 노출의 장기적 건강영향은 아직 불확실하여 추가 연구 필요함 - 규제 및 사용자 교육 강화가 필요함
8	Tong et al. (2024)	체계적 문헌고찰	실외 외식·환대업소에서 간접흡연이 공기질에 미치는 영향 평가	연구 13편 (2010.1.1.-2022.6.30. 발표)	초미세먼지(PM2.5) 농도 [측정 위치: 실외 흡연구역, 인접 실내외 공간/장소, 실외 비흡연구역(대조군)]	- 측정 위치별 초미세먼지(PM2.5) 농도는 실외 흡연구역 10.9-91.0$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연구역에 인접 실내외 공간 최대 71$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 흡연의 영향을 받지 않는 실외 비흡연구역 4.0-20.4$\mu\text{g}/\text{m}^3$으로 나타남 - 간접흡연이 인접 외부 구역 및 실내로 확산되어 비흡연구역의 공기질을 저하함	- 실외 흡연구역에서는 세계보건기구 대기질 가이드라인을 충족하지 못할 가능성이 높음 - 실외 흡연구역과 인접한 실내외 금연구역의 고객과 직원은 WHO 가이드라인을 초과하는 수준의 간접흡연에 노출될 가능성이 있음 - 옥외 환대업소의 간접흡연 노출 방지를 위해 보다 강력한 흡연 규제 정책이 필요함
9	Rahmani et al. (2024)	체계적 문헌고찰과 메타분석	간접흡연이 아동 및 여성의 납, 카드뮴 농도에 미치는 영향 평가	연구 17편 (2000.1.-2022.5. 발표, 아동 및 여성 대상)	- 혈중 납 농도 - 모발 카드뮴 농도 - 모발 납 농도	- 아동 간접흡연군의 혈중 납 농도가 대조군보다 유의하게 높음 (Hedges' g=2.44, 95% CI 1.01-3.86, p<0.05) - 아동 간접흡연군의 모발 카드뮴 농도가 대조군보다 유의하게 높음 (Hedges' g=0.66, 95% CI 0.04-1.28, p<0.05) - 아동 간접흡연군의 모발 납 농도가 대조군보다 유의하게 높음 (Hedges' g=0.94, 95% CI 0.05-1.83, p<0.05)	- 간접흡연 노출은 아동 및 여성의 체내 중금속 농도 상승과 관련이 있음 - 장기적 건강위해를 줄이기 위해 가정 및 실내외 금연정책 강화가 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
10	Blanco-Ferreiro et al. (2024)	주제범위 문헌고찰 스페인에서 수행된 연구들에 포함된 설문 문항 분석을 통해 간접흡연 노출 평가 문항의 구성과 특성을 파악	연구 75편 (이동 23편, 임신·출산 후 여성 8편, 성인 44편)	- 간접흡연 노출 평가 방식 - 노출 강도 - 노출 장소(거점, 직장 등) - 문항의 원문 제시 여부	- 이동 대상 연구 23편 중 8편에서는 원문의 설문 문항을 제시하였으며, 주로 가정에서의 간접흡연 노출을 평가했음 - 임신과 출산 후 여성 대상 연구 8편 중 2편은 설문 문항을 구체적으로 보여주고, 주로 가정과 직장에서의 노출을 평가했음 - 성인 대상 연구 44편 중 14편에서는 질문 내용을 구체적으로 밝히면서, 주로 가정 내 간접흡연 노출을 다뤘음 - 전체적으로 질문 문항 구성이 연구마다 다양해서 일관성이 떨어지고 비교하기 어려웠음	- 간접흡연 노출 평가 설문 문항이 매우 이질적이라 연구 간 비교가 어려움 - 표준화된 설문 문항 개발·적용이 필요함
11	Gongo et al. (2023)	체계적 문헌고찰 실내 결련형 전자담배 (Heated tobacco products, HTP) 사용이 실내공기질과 간접흡연자 건강에 미치는 영향	연구 21편	- 대기 중 미세먼지 및 초미세먼지 농도 (PM1.0, PM2.5, PM10 등) - 유해 화학물질 농도 (니코틴, 휘발성유기화합물 등) - 환기 및 환경 조건 - 건강영향 지표 (호흡기 증상, 심혈관계 증상 등)	- 결련형 전자담배는 미세먼지 및 초미세먼지 (초미세입자), 휘발성유기화합물 등의 배출을 통해 실내공기질을 악화시킴 - 일부 연구에서 유해물질(니코틴, 포름알데히드, 아세트알데히드 등)이 높은 농도로 검출됨 - 간접흡연 노출에 따른 호흡기(증상/목 증상, 기침, 천식 악화) 및 심혈관계 문제 등의 증상이 보고됨 - 결련형 전자담배 배출물은 인체 건강에 잠재적 위해성을 줄 가능성이 있음	- 결련형 전자담배는 실내공기질 저하 및 유해물질 배출이 가능하며, 비흡연자 노출 위험이 있음 - 현재 연구들은 배출물의 성분과 잠재적 위해성을 밝혀냈지만, 인과관계나 장기적 건강영향에 대한 확실한 증거는 부족함 - 제품 다양성과 연구 편향 문제를 고려할 때, 배출 물질과 건강영향 평가의 일관성 확보와 규제 기준 마련이 시급함
12	Soleimani et al. (2022)	담배 연소 과정에서 발생하는 주요 연기 유형과 간접흡연, 삼차흡연, 담배공조에 포함된 유해물질 종류 및 농도 비교 분석	연구 159편	- 다환방향족탄화수소 및 기타 방향족 탄화수소 농도 - 금속 및 니트로사민 농도 - 탄소화합물(알데히드, 케톤) 농도 - 알코올 및 페놀 농도	- 다환방향족탄화수소 및 기타 방향족 탄화수소가 가장 많은 연구에서 다루어졌음 - 금속과 니트로사민은 측류 연구에서 상대적으로 높은 농도로 검출됨 - 대부분의 다환방향족탄화수소 및 방향족 탄화수소와 탄소화합물(알데히드, 케톤) 농도에서 측류연구와 주류연구가 담배공조보다 높음 - 알코올과 페놀은 측류 연구에서 주류연구 및 담배 공조보다 높은 농도를 나타냄 - 간접흡연과 삼차흡연도 환경과 인체에 유해물질 노출원으로 작용함	- 담배의 유해물질은 흡연자가 직접 흡입할 뿐 아니라, 측류연구, 간접흡연, 삼차흡연 그리고 담배공조를 통해 환경으로 배출되어 노출될 수 있음 - 특히 담배공조와 삼차흡연에서 발견되는 유해물질이 인체 건강뿐 아니라 환경과 생태계에도 미치는 악영향에 대해서는 추가 연구가 필요함 - 흡연은 건강 문제뿐 아니라 환경 오염도 유발하므로 종합적 관리가 요구됨

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
13	Duc et al. (2022)	메타분석	베트남 지역사회 15세 이상 인구의 간접흡연 유병률	연구 7편 (n=184,921명; 국립원 설문 2편, 황단면 3편, 시래-대조군 2편)	간접흡연 노출 유병률(%)	- 전체 간접흡연 유병률 54.60% (95% CI 44.90-64.15) - 연구 간 높은 이질성이 존재함 ($p=0.0001$, $Q=2245.60$, $I^2=99.73\%$) - 조사 연도가 진행될수록 간접흡연 노출 유병률이 점진적으로 증가하는 추세임 - 출판 편향은 발견되지 않음	- 베트남은 2004년 세계보건기구 담배규제 기본협약(WHO Framework Convention on Tobacco Control, WHO FCTC)을 비준하였음에도 불구하고 간접흡연 노출 수준이 매우 높음이 확인됨 - 간접흡연으로 인한 건강 문제와 의료 비용 부담이 크므로, 정부는 보다 엄격하고 효과적인 금연정책과 규제 시행을 신속하게 추진해야 함
14	Lim et al. (2022)	체계적 문헌고찰	국가별 소득 수준에 따른 개인 초미세먼지(PM2.5) 노출량 및 주요 노출원 비교	연구 140편	개인 초미세먼지(PM2.5) 노출량($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	- 고소득국에서 개인 PM2.5 노출량이 가장 낮았으며, 상위중소득국은 하위중소득국과 저소득국보다 다소 낮음 - 세계보건기구 기준치($15\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이하 비율: 고소득국 34%, 상위중소득국 1%, 하위중소득국 및 저소득국 0% - 고소득국 내에서는 도시와 농촌 간 노출 차이 없음, 비고소득국에서는 농촌 지역 노출이 높으며, 비고소득국에서는 간접흡연, 도시보다 농업(주로 가정 내 취사·난방 영향) - 주요 노출원으로는 고소득국에서는 간접흡연, 실내 유입 대기오염, 교통 관련 대기오염, 비고소득국에서는 생활질 및 석탄 기반 가정용 취사·난방으로 나타남	- 개인 미세먼지 노출 연구는 증가하고 있으나, 국가별 및 사회계층별로 큰 불평등이 존재함 - 대기환경 규제를 위해 주변 환경 모니터링이 중요하지만, 개인별 노출 연구가 더욱 확대되어야 정확한 노출량 평가와 건강영향 평가가 가능함 - 저소득국기들은 대기오염으로 인한 건강 피해뿐 아니라, 개인 노출 연구 수행 빈도에서도 불평등을 겪고 있으며, 저소득국가 중심으로 노출 특성, 규모, 인식에 대한 연구가 확대되어야 함
15	Bjurlin et al. (2021)	체계적 문헌고찰	전자담배 사용자 소변 내 발암성 바이오마커 분석과 방광암 발병 위험과의 연관성 평가	연구 22편 (전자담배 사용자 및 비사용자 대조 포함)	소변 내 발암물질 및 금속 바이오마커 농도 (40개 모 화합물, 4개 금속, 63개 대사체 바이오마커)	- 전자담배 사용자의 소변에서 비사용자 대비 방광암과 연관된 여러 발암성 바이오마커 농도가 더 높았음 - 모 화합물과 대사체를 포함한 다양한 발암물질이 검출됨 - 연구 간 보고 방식이 상이하고, 비흡연 대조군 부족으로 제한점이 존재함	- 전자담배 사용 시 방광암 관련 발암물질에 노출될 가능성이 높음 - 일반담배(결핵)와 유사한 독성 물질이 존재하여 장기적으로 부정적인 건강영향을 줄 수 있음 - 소변 내 바이오마커를 활용해 전자담배 안전성 평가가 가능함 - 추가적인 전향적 연구 및 대조군 확보가 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
16	Kashani et al. (2021)	체계적 문헌고찰과 모델링	이란의 간접흡연 노출 및 추세 분석	연구 68편 (1990-2013년 발표)	간접흡연 노출 빈도 및 추정 노출률	- 간접흡연 노출이 젊은 층에서 더 높게 나타남 - 농촌 지역의 간접흡연 노출이 도시 지역보다 높았음 13-15세 대상 전국 조사에서 야외에서 노출이 가장 높았음 - 시간 경과에 따라 간접흡연 노출이 감소하는 추세가 관찰됨 - 간접흡연 노출 연구가 2001년부터 본격화, 최근 더욱 활발히 진행됨	- 이란 내 간접흡연 노출에 대한 인식과 연구가 점진적으로 증가하고 있음 - 특히 젊은 층과 농촌 지역을 중심으로 간접흡연 노출 관리가 필요함 - 감소 추세지만 지속적인 노출 저감 정책과 연구가 요구됨
17	Janjani et al. (2021)	체계적 문헌고찰	이란 인구 내 간접흡연 노출 유병률 분석	연구 55편 (2009-2020년 발표)	간접흡연 노출 유병률 (연령, 장소별)	- 이란 내 간접흡연 노출 유병률은 감소 없이 오히려 증가하는 경향이 있음 - 간접흡연 노출 유병률 설문조사 결과, 가정 내(57.5%)에서의 간접흡연 노출이 직장 내(49.2%)보다 높았음 - 일부 지역의 노출 유병률이 다른 지역보다 더 높게 나타남	- 이란 내 대규모 인구가 간접흡연에 노출되어 있음 - 노출 장소별 포괄적인 보호 대책이 필요함 - 지역별 특성과 문화적 요인을 고려한 맞춤형 간접흡연 예방관리 프로그램 개발이 중요함
18	Heris et al. (2020)	체계적 문헌고찰	원주민 청소년·청년(10-24세) 흡연 행동의 위험 및 보호 요인 분석	호주·뉴질랜드·캐나다· 미국 원주민 청소년·청년 대상 연구 55편 (2006-2016년 발표; 정량 41편, 정성 14편)	개인·사회·환경 수준 영향요인 (연령, 태도, 지식, 물질 사용, 가족·친구 관계, 흡연 규범, 정신건강, 신체활동, 금연구역, 간접흡연 노출, 지역사회 흡연율, 캠페인 등)	- 개인·사회 수준: 연령 증가, 흡연 태도·지식, 물질 사용(음주, 약물 등 사용), 또래·가족 관계, 흡연 규범, 정신건강, 신체활동 등 주요 영향요인이 확인됨 - 환경 수준: 금연구역, 간접흡연 노출, 지역사회 흡연율, 금연 캠페인 등 영향요인이 보고됨 - 일부 연구에서 일반담배(결련) 사용, 가격, 접근성을 언급함 - 역사·문화적 요인 보고는 드물	- 원주민 청소년 흡연은 비원주민 청소년과 유사한 영향요인을 보이며, 특히 지역사회 흡연율이 높을수록 흡연율이 증가함 - 물질 사용, 정신건강과 밀접하게 연관되어 있어 종합적인 지역사회 개입 프로그램이 필요함 - 흡연의 사회적 비규범화(denormalization), 문화적 보호 요인 규명을 위한 원주민 및 지역사회 주도의 연구가 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
19	Zhao et al. (2020)	체계적 문헌고찰	전자담배 액상(e-liquid), 에어로졸(aerosol), 및 전자담배 사용자 생체시료 내 금속/준금속 (metals/metalloids) 노출 평가	전자담배 액상·에어로졸·생체시료 분석 연구 24편 (액상 12편, 에어로졸 12편, 생체시료 4편)	- 액상, 에어로졸, 생체시료 내 금속/준금속 농도 (알루미늄, 인티몬, 비스, 카드뮴, 코발트, 크롬, 구리, 철, 납, 망간, 니켈, 셀레늄, 주석, 아연) - 장치 유형별 비교 (카트리지, 오픈워, 탱크 등)	- 전자담배 액상, 에어로졸, 생체시료 내에서 다양한 금속 및 준금속이 검출됨 - 장치 유형별로는 카트리지·탱크/오픈워형의 금속 및 준금속 농도가 병(bottle)형보다 높음 → 코일 접촉 가능성 때문 - 전자담배 사용자의 생체시료 내 금속 농도는 일반담배(결련) 사용자와 비슷하거나 높았으며, 일부는 시가 사용자보다도 높음 - 장치·흡연방식·수집방법 등에 따른 농도 차 이로 연구 간 비교가 어려움	- 전자담배도 금속/준금속 노출의 주요 원인이 될 수 있음 - 코일 및 기기 구조와 액상 형태에 따라 금속 용출량 달라짐 → 제품 설계 및 규제 필요함 - 표준화된 금속/준금속 측정 프로토콜이 필요함 - 장기 노출에 따른 건강영향 평가와 더불어 일반담배(결련)와 기타 담배제품 간의 비교 연구 확대가 필요함
20	Drovandi et al. (2020)	체계적 문헌고찰과 메타분석	일반담배와 결련형 전자담배 사용자의 생체지표 비교	무작위 대조시험 연구 10편 (성인 흡연자 총 1,766명)	흡연 관련 주요 생체지표 12종 (혈액·호기 카복시히모글로빈, 2-AN, 4-ABP, CEMA, 3-HPMA, 1-OHP, S-PMA, o-tol, MHBMA, NNN, NNAL, 총 니코틴 등가물)	- 결련형 전자담배 vs 일반담배(결련): 12개 생체지표 모두 결련형 전자담배 군에서 유의하게 낮음 - 결련형 전자담배 vs 금연군: 4개 생체지표(3-HPMA, NNN, NNAL, TNeq)의 전자담배 군이 유의하게 높았으며, 8개 생체지표에서는 차이 없음(동등) - 연구들은 모두 비맹검 무작위 임상시험 연구에 해당됨	- 결련형 전자담배는 일반담배(결련) 대비 전반적으로 낮게 나타남 - 일부 발암성 생체지표(COHb, 2-AN, 4-ABP, CEMA)에서 큰 감소가 확인되어 위해 저감 가능성을 시사함 - 그러나 금연군 대비 일부 발암성 생체지표는 여전히 높아 완전한 대체제는 아님 - 담배산업의 개입이 많아 결과 해석에 주의가 필요하며, 독립적이고 장기적인 추가 연구가 반드시 요구됨
21	Simonavicius et al. (2019)	체계적 문헌고찰	결련형 전자담배 제품의 간접흡연 배출 및 사용자 노출 평가, 독립 연구와 담배산업 연구 비교	결련형 전자담배 관련 연구 31편 (간접흡연 배출 16편, 인간 사용 15편)	- 결련형 전자담배 특성 (제품 종류, 모델 등) - 간접흡연 배출율: 니코틴, 유해·잠재 유해물질, 입자상 물질 - 인간 사용 시: 생체 내 니코틴, 유해물질 노출 수준, 흡연 욕구, 만족도	- 결련형 전자담배는 일반담배(결련) 대비 니코틴 전달량 최대 83% 수준임 - 결련형 전자담배는 일반 담배 대비 유해 및 잠재 유해물질을 최소 62%, 입자상 물질은 최소 75% 감소시킴 - 인간 사용 시 유해물질 노출 42~96% 감소함 - 결련형 전자담배 사용은 흡연 욕구를 억제하나, 만족도는 담배보다 낮음 - 산업체 후원 연구와 독립 연구 결과는 대체로 유사함	- 결련형 전자담배 관련 연구는 연구 방법과 제품 종류가 다양하고, 대부분 제조사와 관련 있음 - 결련형 전자담배 사용 시 사용자와 주변인의 유해물질 노출은 일반담배(결련)보다 현저히 낮지만, 완전히 제거되지는 않음 - 근거 대부분이 담배 산업 데이터에 기반하여 장기적 건강영향 연구는 부족함 - 결련형 전자담배의 위해 특성은 독립 연구를 통해 확인할 필요가 있으며, 다른 저위험 대체 니코틴 제품과 비교 연구가 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
22	Angus & Semple (2019)	신속 문헌고찰과 서술적 문헌고찰	재가방문 요양 및 지역사회 돌봄 노동자의 간접흡연 노출현황 및 연구 공백 탐색	재가방문 요양 및 지역사회 돌봄 노동자 대상 연구 17편	없음 (자기보고식 설문조사 기반: 간접흡연 노출 여부, 노출 빈도 및 지속 시간, 근무 환경 특성)	- 총 20편 문헌 중 17편 연구가 재가방문 요양 및 지역사회 돌봄 노동자의 간접흡연 노출을 다룸 8편 연구에서 노출 비율·빈도 제시: 24~45% 노출, 일부 집단은 80% 이상 보고 - 연간 노출 시간은 최대 284시간(일 평균 15~46분)으로 추정되며, 간접흡연 농도 등의 정량적 추정치는 없음 - 간접흡연 노출은 흔하며, 다른 직업적 위험과 함께 다루어짐	- 재가 방문·지역사회 돌봄 노동자는 민간 가정 환경에서 간접흡연에 흔히 노출될 가능성이 큼 - 노출 근로자 수, 빈도, 지속 시간, 농도를 규명하는 연구가 필요함 - 돌봄을 받는 환자의 권리와 돌봄 노동자의 건강권 사이 균형을 맞출 수 있는 지침 개발이 필요함 - 공중보건 영역에서 돌봄 노동자의 간접흡연 보호 방안 논의가 시급함
23	Diez-Izquierdo et al. (2018)	체계적 문헌고찰	삼차흡연에 관한 종합적 고찰: 성분·농도, 건강영향, 인식·행태, 기타 요인	연구 68편 (실험연구·동물연구· 아동·성인·인식조사 등)	니코틴, 니트로사민, 코티닌, 휘발성유기화합물 등 생체 및 환경 지표	28편 연구: 니코틴·니트로사민·코티닌 농도가 주로 측정됨. 일부 연구에서는 금연 후 수개월이 지나도 기정, 호혈, 치량 등에서 삼차흡연 오염이 지속됨이 확인됨 21편 연구: 삼차흡연 건강영향을 분석했으며, 세포 연구에서는 DNA 손상·세포독성·대사 변화, 동물 실험에서는 폐·간·피부 손상과 행동 변화가 보고됨. 아동 연구에서는 소변 코티닌과 호기 일산화질소 등이 측정되어 노출 확인됨 16편 연구: 인식·행태·정책을 다루었으며, 일반인의 삼차흡연 위험 인식은 낮고, 금연정책이 시행된 건물이나 차량에서도 오염이 잔존함이 보고됨. 보건 전문가·삼차흡연 인식이 낮은 경우가 확인됨 3편 연구: 전차담배·후카 등 대체 흡연 기기에서도 니코틴 잔류물이 검출됨	- 삼차흡연은 니코틴·니트로사민·코티닌 등으로 평가되며, 면포와 크로마토그래피가 주로 사용됨 - 세포·동물·아동 연구에서 유해성이 확인되었으나, 사람 대상 장기적 영향은 불명확하여 추가 연구가 필요함 - 연구 간 방법론 차이가 크고, 일반인 인식이 낮아 교육과 정책적 대응이 요구됨

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
24	Zeng et al. (2016)	체계적 문헌고찰과 메타분석	중국 15세 이상 비흡연자에서의 간접흡연 유병률 및 분포 추정	연구 46편 (총 381,580명 비흡연자 대상)	없음 (자기보고식 설문조사 기반: 간접흡연 노출 여부)	- 전체 간접흡연 경험률은 48.7%(95% CI 44.8-52.5%)로 1995년부터 2013년 동안 큰 변화 없이 유지됨 - 연령별로 60세 이상에서 가장 낮았고 (35.1%, 95% CI 31.8-38.3%), 15-59세 연령군에서 유의하게 높았음(OR=1.61, 95% CI 1.44-1.81) - 지역·성별 간 차이는 전반적으로 유의하지 않았으나, 2002-2010년 사이 남성에서 유의한 증가 추세가 확인됨 - 모든 분석에서 연구 간 이질성이 매우 높음 (I^2 98%, $p < .001$)	- 중국 성인 비흡연자 절반 가까이 간접흡연에 노출되고 있으며, 특히 청·중년 남성이 주요 취약집단임 - 지역·성별 차이는 뚜렷하지 않으나, 높은 유병률의 지속은 공중보건적 우려가 크며, 효과적인 금연정책 및 청·중년층 대상 맞춤형 개입이 필요함
25	Zhang et al. (2015)	체계적 문헌고찰	중국 임산부의 간접흡연 노출 실태 및 개입 연구 검토	중국 임산부 대상 연구 13편	- 간접흡연 노출 유병률 - 개입 연구 효과	13편 중 8편이 임산부의 간접흡연 노출 유병률을 다루었으며, 38.9-75.1%로 매우 높은 수준으로 보고되었으며, 가정·직장·공공 장소 등 다양한 환경에서 발생함 - 개입 연구는 5편에 불과하며, 개입 방법은 의사 상담, 교육 자료(책자·비디오), 건강 알람, 행동 상담 등 다양했음. 개입 초점은 남편 흡연 행동 변화(2편), 남편 흡연+아내 회피 행동 병행(1편), 임산부 자기효능감 증진(1편), 임산부 회피 행동(1편)으로 구분됨. 그러나 개입 연구의 수가 적고, 효과 검증이 제한적임	- 중국 임산부의 간접흡연 노출은 매우 높으나, 이를 줄이기 위한 개입 연구는 매우 부족함 - 단순 회피 전략보다 가정 내 금연정책과 남편 흡연자 대상 개입이 핵심이며, 향후 체계적이고 효과적인 개입 프로그램과 정책 지원이 필요함

〈표 3-7〉 국외 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 설계	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
26	Fernández et al. (2015)	체계적 문헌고찰과 관찰 연구	전자담배 사용 시 발생하는 에어로졸 성분 및 실생활 환경에서의 초미세먼지(PM2.5) 배출 특성	전자담배 에어로졸 연구 8편, 실제 가정 4곳 (일반담배 흡연자 17구, 전자담배 사용자 11구, 비흡연자 21구)	- 에어로졸 성분 (니코틴, 카보닐류, 금속, 휘발성유기화합물 등) - 초미세먼지(PM2.5) 농도	- 전자담배 에어로졸에서 니코틴, 카보닐류, 금속, 휘발성유기화합물 초미세먼지(PM2.5) 등 유해 성분 검출됨 - 가정 내 측정에서 전자담배 사용자 가정의 PM2.5 중앙값은 9.88$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 비흡연 가정은 9.53 및 9.36$\mu\text{g}/\text{m}^3$로 유사했으나, 전자담배 흡입(puff) 순간에 초미세먼지(PM2.5) 급증 현상이 나타남 - 일반담배(결련) 흡연자 가정은 초미세먼지(PM2.5) 농도의 중앙값이 572.52$\mu\text{g}/\text{m}^3$로, 전자담배 사용자와 비흡연자 가구 농도보다 상당히 높음	- 전자담배는 실사용 조건에서도 PM2.5 초미세먼지와 다양한 유해물질을 방출함 - 비흡연자 가구와 평균 농도는 유사해 보일 수 있으나 순간적 급증이 관찰되어 간접노출 가능성이 있음 - 전자담배 유형별 방출 성분 특성 및 생체지표 기반 노출 평가에 대한 추가 연구가 필요함
27	Raouf et al. (2015)	체계적 문헌고찰	자동차 내 간접흡연 노출 수준 평가	자동차 내 흡연 환경 관련 연구 12편	- 대기 내 초미세먼지(PM2.5) 농도 - 일부 연구에서 생물학적 지표 (혈청 코티닌, 소변 코티닌, 소변 NNAL)	- 창문 일부 개방 시 초미세먼지(PM2.5) 농도 47-12,150$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 범위로 나타났으며, 공기 흐름 증가나 에어컨 사용 시 농도가 감소했으나 여전히 건강에 유해한 수준이었음 - 모든 창문을 닫았을 경우 초미세먼지(PM2.5) 농도 203-13,150$\mu\text{g}/\text{m}^3$로 훨씬 높아짐 - 측정 농도는 에어컨 사용 여부, 차량 내 공기 흐름, 주행 속도 등 다양한 요인에 따라 크게 변동하였음 - 일부 연구에서는 생물학적 지표를 통해 차량 내 흡연으로 인한 실제 흡입량 증가가 확인됨	- 자동차 내 흡연은 매우 높은 수준의 간접흡연 노출을 유발하며, 창문 개방이나 에어컨 사용만으로는 충분히 보호되지 않음 - 어린이를 포함한 비흡연자를 보호하려면 자동차 내 흡연을 금지해야 함

나. 국내 연구 동향

국내 간접흡연 연구는 국민건강영양조사와 국민환경보건 기초조사 등을 기반으로 크레아티닌 보정을 포함한 소변 니코틴과 NNAL을 주 지표로 활용하여, 간접흡연 노출 수준과 추세를 기술하고 자기보고 측정의 한계를 반복적으로 확인하고 있다(Lee et al., 2014; Sim & Park, 2021; Lee et al., 2022; Park, 2024).

2008-2020년 동안 비흡연자의 코티닌 농도와 자기보고 노출률은 전반적으로 감소했으나 일부 시기·집단에서 재상승 또는 정체가 관찰되었고, 특히 여성과 아동에서 생체지표 기준 노출이 상대적으로 높게 나타나 젠더·연령 취약성이 부각되었다(Kim et al., 2020; Kim & Kang, 2020; You et al., 2021; Jeong et al., 2021; Yang et al., 2022; Park, 2024). 또한 NNAL, 중금속(카드뮴) 등 다중 지표 분석은 간접흡연이 니코틴 노출을 넘어 독성물질 축적과 연관됨을 시사하여 생체지표 기반 다물질 감시의 필요성을 뒷받침한다(Lee et al., 2017; Kim et al., 2019; Lee et al., 2022).

장소·환경·사회경제 요인에 따라 노출 양상이 크게 달랐으며, 가정·직장·공공장소·교통수단·다중이용시설(PC방, 노래방, 택시 등)에서 실내금연정책이 미흡하거나 부분 분리된 경우 생체지표 및 환경지표(PM2.5, 공기 중 니코틴, 표면 니코틴 및 담배특이니트로사민 잔류물)가 높게 관찰되었다(Hong et al., 2016; E. Y. Park et al., 2016; H. Kim et al., 2017; Kim & Lee, 2016; Park et al., 2018; Kim et al., 2018). 다가구·공동주택에서는 이웃으로부터의 간접흡연 유입 가능성이 제기되어 주거환경을 고려한 대책이 요구되며, 부모 흡연은 비흡연 가족(특히 아동)의 코티닌·NNAL 상승과 일관된 관련성을 보였다(Kim & Lee, 2016; Park, 2020; Park & Ranabhat, 2021; Moon et al., 2019).

청소년 연구 결과는 가족 흡연과 특정 미디어 노출이 자기보고 간접흡연 증가와 관련되고, 경제위기·정신건강 요인·학교 및 지역 맥락이 장소별 노출 빈도와 흡연 행동에 영향을 보고하고 있다(Choi et al., 2017; Sun & Park, 2018; Lee & Hong, 2023; Du et al., 2024; S. J. Park et al., 2022). 이는 가정·학교·직장·공공장소 각각에 대해 전면 금연과 강력한 집행, 취약집단 표적화, 생체지표 기반 감시, 그리고 커뮤니케이션·광고 환경 개선을 통합한 다층적 개입이 필요함을 시사한다(남지웅 등, 2023; Kim et al., 2023; Park et al., 2019).

이상의 연구 결과를 종합하면, 국내 간접흡연 노출은 장기적으로 감소 추세에 있으나, 특정 인구집단(여성·아동·청소년)과 일부 생활환경에서 여전히 높은 수준의 노출이 확인된다. 또한 자기보고 자료보다 생체지표를 활용한 평가에서 실제 노출 수준이 높게 측정되어, 단순 설문 기반 평가의 한계를 보완할 필요성이 제기된다. 최근에는 코티닌, NNAL뿐 아니라 중금속 등 다중 생체지표를 통합적으로 활용하려는 시도가 이루어지고 있으며, 이는 간접흡연 노출의 복합적 특성과 장기적 영향을 평가하는 방향으로 연구가 확장되고 있음을 보여준다.

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
1	Park (2024)	자기보고와 생체지표 (코티닌)를 이용한 국내 간접흡연 노출 추세 및 성별 차이 분석	성인 47,907명 중 소변 코티닌 측정 가능자 23,572명 (2009-2018년 국민건강영양조사)	소변 코티닌(Co)/크레아티닌(Cr) 비율	• 작업장: 2009년 44.8% → 2018년 12.3% • 가정: 2009년 14.1% → 2018년 3.9% • 공공장소: 2013년 55.6% → 2018년 15.4% • 남성에서는 작업장, 공공장소 간접흡연 노출률이 높았으며, 여성에서는 가정 내 간접흡연 노출률 높았음 • 코티닌/크레아티닌 비율은 여성에서 항상 높게 측정되며, 이는 간접흡연 자기보고 여부와 무관 • 다변량 회귀분석 시, 남성에서 교육 수준이 낮고 작업장 노출 시 코티닌/크레아티닌 비율 높으며, 여성에서는 가정 내 간접흡연 노출이 코티닌/크레아티닌 비율 증가에 주요 영향	• 자기보고는 실제 노출을 과소평가 가능성이 있음 • 특히 여성의 경우 생체지표로 본 간접흡연 노출이 더 높은 수준으로 나타남 • 정확한 간접흡연 평가를 위해 자기보고와 함께 생체지표 (코티닌/크레아티닌 비율) 활용 필요
2	Du et al. (2024)	가정 내 가족 흡연, 미디어 노출과 청소년 간접흡연 노출 간의 관련성	청소년 157,944명 (2015, 2018, 2021년 온라인 건강행태조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	• 주당 평균 간접흡연 노출: 0.88일 • 가족 흡연자 중 영향(β): 어머니(1.461), 아버지(1.087), 형제자매(0.545), 조부모(0.224), 기타 친척(0.170) • 간접흡연 노출 감소 관련 요인: 금연광고 (TV: -0.042, 대중교통: -0.031) • 간접흡연 노출 증가 관련 요인: 담배광고 (집지: 0.131, 인터넷: 0.151, 편의점: 0.061, 슈퍼: 0.133) • 성별 하위 분석에서 여학생은 가족 흡연 및 일부 담배광고 노출과 간접흡연 노출 간의 관련성이 관찰되었으며, 2021년 기준으로는 어머니 흡연과 슈퍼마켓 담배광고 노출이 가정 내 간접흡연 노출과 유의한 관련성을 보였음	• 가족 흡연과 특정 미디어 노출이 청소년의 가정 내 간접흡연과 큰 연관성을 보임 • 청소년 보호를 위해 가정 내 금연 환경 조성 및 미디어 금연 홍보 강화 필요
3	남지웅 등 (2023)	한국 성인 남녀의 흡연율 및 간접흡연 노출 추이 분석	성인 35,758명 (2015-2020년 국민건강영양조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	• 남성 흡연 경험률: 2015년 70.4% → 2018년 66.1% • 여성 흡연 경험률: 2018년 11.3% → 2020년 13.4% • 남성 현재 흡연율: 2015년 38.3% → 2020년 33.9% • 여성 현재 흡연율: 2018년 5.9% → 2019년 7.1% • 가정 내 간접흡연 노출률: 2015년 18.1% → 2018년 14.5% • 직장 및 공공장소 내 간접흡연 노출률은 큰 변화 없음	• 남성 흡연율은 점진적으로 감소하는 추세이나, 여성 흡연율은 오히려 증가하는 양상을 보임 • 여성 흡연율 감소를 위한 맞춤형 금연정책과 프로그램의 필요성이 강조됨 • 간접흡연 노출을 감소를 위한 지속적 정책 강화가 요구됨

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
4	Lee & Hong (2023)	COVID-19로 인한 가정의 경제적 악화가 청소년의 음주, 흡연 및 간접흡연에 미치는 영향	중·고등학생 청소년 54,948명 (2020년) 청소년건강행태조사; 남 28,353명, 여 26,595명)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 경제적 악화가 심한 가정의 청소년은 다음과 같은 건강행태에서 더 높은 위험을 보였음 - 음주율 증가(남: OR=1.355, 여: OR=1.199) - 흡연율 증가(남: OR=1.435, 여: OR=1.809) - 가정 내 간접흡연 노출 증가(남: OR=1.397, 여: OR=1.440)	COVID-19로 인한 경제적 어려움이 청소년의 건강위험 행동(음주, 흡연, 간접흡연 노출)에 부정적인 영향을 미친다는 점에서, 향후 경제위기 상황에서의 청소년 건강관리 개입이 중요함을 시사
5	Kim et al. (2023)	부모 교육 수준에 따른 청소년의 가정 내 간접흡연 노출 추이 분석	중·고등학생 청소년 806,829명 (2006-2020년) 청소년건강행태조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	15년 간(2006-2020) 청소년의 가정 내 간접흡연 노출은 전반적으로 감소함 - 부모 교육 수준이 낮은 청소년의 간접흡연 노출 위험이 높음 - 남자 중등: aOR=1.52, 95% CI 1.47-1.56 - 남자 고등: aOR=1.42, 95% CI 1.38-1.47 - 여자 중등: aOR=1.62, 95% CI 1.58-1.67 - 여자 고등: aOR=1.62, 95% CI 1.57-1.67 - 부모의 교육 수준이 간접흡연 노출에 유의한 영향을 미침	- 청소년의 가정 내 간접흡연 노출은 전반적으로 감소 추세에 있으나, 사회경제적 요인(특히 부모의 교육 수준)에 따라 불평등이 지속됨 - 부모의 교육 수준이 낮을수록 간접흡연 노출 예방 행동 및 인식이 부족할 가능성이 높아, 공중보건 정책은 교육 수준이 낮은 집단을 타겟으로 한 맞춤형 개입 필요
6	박민희 (2022)	매일 흡연하는 청소년의 일반적, 흡연 관련, 정신건강 특성 분석	흡연 경험이 있는 청소년 1,186명 (2021년 B시 교육청 학생 흡연·음주 실태조사)	없음 (정신건강 및 행동 특성 중심)	- 매일 흡연하는 청소년은 평균 흡연 시작 연령이 13.46세로 더 어렸고($F=8.343$, $p<0.001$), 하루 흡연량도 높았음 - 약상형 전자담배(54.5%) 및 가열형 전자담배(70.0%) 현재 흡연 비율이 더 높았음 - 금연 시도율(51.0%) 및 금연 성공률(19.6%)이 낮고, '계획 전 단계'에 머무는 비율(76.0%)이 높았음 - 간접흡연 노출 비율이 가정(29.0%), 학교(33.9%), 공공장소(29.2%) 모두에서 유의하게 높았음 - 스트레스 인지(3.45, $p=0.010$), 우울(2.84, $p=0.037$), 충동성(2.89, $p<0.001$)이 더 높았음	- 매일 흡연하는 청소년은 금연 의지와 행동이 낮고, 간접흡연 환경과 전자담배 사용 경험도 높음 - 심리적 요인(스트레스, 우울, 충동성)도 높은 수준으로 나타나, 복합적인 개입 필요 - 청소년 흡연 예방 및 금연지원 정책은 단순 금연 유도뿐 아니라 간접흡연 노출 저감, 심리 정서적 개입 등 다면적 접근 필요

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
7	Park et al. (2022)	청소년 흡연율 산출 시 자기보고와 오검 코티닌 감사의 정확도 비교 및 허위응답 관련 요인 분석	청소년 1,258명 (2016-2020년 국민건강영양조사; 남 747명, 여 511명; 12-15세 701명, 16-18세 557명)	소변 코티닌	- 자기보고 기준 현재 흡연율은 8.2%, 오검 코티닌 기준 실제 흡연율은 13.8%로 나타남 - 남성 고령, 간접흡연 노출, 음주 경험자에서 흡연율이 높게 나타남 - 허위 응답과 관련된 요인은 성별, 가구소득, 우울감으로 분석됨	- 청소년의 흡연율을 자기보고만으로 평가할 경우 실제보다 낮게 추정될 수 있음 - 생체지표 활용이 실제 흡연율을 보다 정확히 파악하는 데 기여할 수 있으며, 허위응답 가능성을 고려한 다각적 접근 필요
8	Lee et al. (2022)	비흡연자의 간접흡연 노출과 NNAL 농도 간의 관련성 분석	비흡연 성인 3,615명 (2016-2018년 국민건강영양조사)	소변 NNAL	- 간접흡연 노출률은 전체 22.4%, 남성 29.2%, 여성 20.4%임 - 간접흡연 노출 수준(NNAL 평균 농도) 비노출군: $1.896 \pm 0.098 \text{ pg/mL}$ 비노출군: $1.094 \pm 0.028 \text{ pg/mL}$ - 조정 후에도 간접흡연 노출군의 NNAL 농도가 유의하게 높음 ($p < 0.001$) - NNAL 최고 사분위수 그룹에 속할 위험도는 간접흡연 노출군에서 더 높음(전체 OR=2.44, 남성 OR=1.65, 여성 OR=2.73)	- 간접흡연 노출이 비흡연자의 소변 NNAL 농도를 유의하게 증가시킴 - NNAL은 확정 발암물질이므로, 비흡연자 보호를 위한 간접흡연 차단 정책 강화 필요
9	Park & Sim (2022)	공공장소 단기 방문으로 인한 삼차흡연 노출 수준 평가	비흡연 성인 45명 (PC방 또는 노래방 24시간 간격으로 총 2회 방문)	소변 코티닌, 먼지 내 NNK	- 첫 방문 후 소변 코티닌 농도는 유의하게 증가하지 않았으나, 두 번째 방문 후 baseline 대비 유의하게 증가함 ($\text{Ln}[0.565] \text{ ng/mg}$, $p < 0.01$) - 첫 방문과 두 번째 방문 간에도 유의한 증가가 나타남 ($\text{Ln}[0.393] \text{ ng/mg}$, $p < 0.01$) - 시설 내 담배 냄새 유무에 따라 CUC 농도의 유의한 차이가 확인됨($F=4.438$, $p=0.041$) - 먼지 내 NNK 농도와 CUC 농도 간 유의한 상관관계가 확인됨 (baseline-2차 방문: $r=0.562$, $p < 0.001$, 1-2차 방문: $r=0.544$, $p < 0.001$)	- 짧은 시간(2시간)의 간접흡연 환경에 반복적으로 노출될 경우에도 생체지표의 유의한 변화 발생 - 담배 냄새가 없어도 삼차흡연 노출이 일어날 수 있으며, 환경 표면에 잔류한 물질로 인해 체내 노출이 가능함을 시사
10	Yang et al. (2022)	가족 내 간접흡연 및 삼차흡연 노출에 따른 소변 코티닌 농도 및 건강위해도 분석	비흡연 및 현재 흡연자 동거 성인 및 6세 이상 아동 2,736명 (2016-2018년 국민건강영양조사; 소변 내 코티닌 및 NNAL 수치 확인가능 경우 한정)	소변 NNAL, 소변 코티닌	- 비흡연자 중 흡연자 가족과 동거하는 경우, 소변 코티닌 수치가 높고 흡연자의 수치와 유의한 양의 상관관계를 보임 (흡연자 약 90%에서 코티닌 $\geq 100 \text{ ng/g-creatinine}$, NNAL $\geq 10 \text{ ng/g-creatinine}$) - 소변 코티닌 수치 기반으로 추정된 하루 니코틴 노출량(internal estimated daily intake, I-EDI) 및 담배 소비량(Cigarettes per day, CPD)이 여성과 아동에서 높게 나타남	- 비흡연자라도 흡연자 가족과의 동거를 통해 간접 및 삼차흡연에 지속적으로 노출될 수 있으며, 특히 여성과 아동에서 건강위해 가능성 높음 - 가정 내 흡연을 줄이기 위한 정책적 개입 및 금연 교육이 시급히 필요함

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
10					- 건강위해도 평가에서 여성과 아동의 비발암성 위험도(Hazard Index, HI) 및 발암성 초과 위험(Excess Cancer Risk, ECR)이 기준치(HI)1, ECR>10⁻⁶)를 초과함 - 위해도 기여 물질 1,3-butadiene, acrolein 영향이 가장 큼	
11	Jeong et al. (2021)	부모의 흡연 여부에 따른 아동의 간접흡연 노출 수준 평가	6-12세 아동 847명 (2016-2018년 국민건강영양조사)	소변 NNAL, 소변 코티닌	- 전체 아동 중 55.1%는 부모가 흡연자였으며, 이들의 NNAL 및 코티닌 수치가 유의하게 높았음 - 부모가 흡연하는 아동에서 비흡연 부모의 아동보다 노출 수준이 높았음 NNAL: $\beta=0.482$, $SE=0.065$, $p<0.001$ 코티닌: $\beta=0.472$, $SE=0.06$, $p<0.001$ - 부모의 흡연량이 많을수록 아동의 노출 수치도 증가함 - 양쪽 부모 모두 흡연하는 경우, NNAL과 코티닌 수치 모두 가장 높음	- 부모의 흡연은 자녀의 간접흡연 노출과 생체 내 유해물질 농도 증가와 유의하게 관련됨 - 아동의 건강 보호를 위해 가정 내 금연 환경 조성 및 국가 차원의 포괄적인 금연정책 필요
12	Sim & Park (2021)	자가 보고 기반 간접흡연 노출과 생체지표 (소변 코티닌 농도) 기반 간접흡연 노출 비교	비흡연 성인 28,574명 (2009-2018년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	10년간 자가 보고 간접흡연 노출률과 소변 코티닌 농도는 모두 감소 추세를 보임 - 그러나 소변 코티닌 농도 기준 간접흡연 노출률은 여전히 80% 이상으로 매우 높게 나타남 - 자가 보고된 가정 및 직장 내 간접흡연 노출 여부, 주택 유형은 실제 간접흡연 노출(소변 코티닌 농도)과 유의한 관련성을 보임 - 자가 보고는 간접흡연 노출을 과소평가하는 경향이 있으며, 생체 지표를 활용한 평가가 필요함	- 간접흡연 노출은 자가 보고만으로는 정확히 평가할 수 없으며, 생체지표(소변 코티닌 농도)를 활용한 객관적 평가가 필요함 - 정책 목표는 코티닌 농도를 가능한 낮게 유지하는 것임
13	Kang et al. (2021)	2008-2018년 비흡연 성인의 사회경제적 위치에 따른 간접흡연 노출 추이	성인 30,027명 (2008-2018년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 소변 코티닌 농도 기준 간접흡연 노출 수준은 감소함 남성: 3.53ng/mL, 95% CI 2.96-4.19 → 0.60ng/mL, 95% CI 0.57-0.64 여성: 2.36ng/mL, 95% CI 2.03-2.73 → 0.53ng/mL, 95% CI 0.51-0.56 - 직장 및 가정 내 간접흡연 노출률도 전반적으로 감소 - 교육 수준이 높을수록 코티닌 농도 감소 경향 뚜렷 - 소득 수준은 남성에서만 유의, 직업군은 유의하지 않음	- 지난 11년간 국내 비흡연 성인의 간접흡연 노출은 감소했으나, 교육 수준에 따른 불평등은 심화됨 - 향후 간접흡연 노출 저감 정책은 사회적 취약계층을 대상으로 한 접근 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
14	You et al. (2021)	한국 청소년의 간접흡연 노출과 소변 NNAL 수치 간의 연관성 분석	12~18세 비흡연 청소년 648명 (2016~2017년 국민건강영양조사; 남 425명, 여 223명)	소변 NNAL	- 간접흡연 미노출군 대비 노출군에서 소변 NNAL 수치가 남학생 (2.26ng/mL), 여학생(2.45ng/mL) 모두에서 더 높게 나타남 - 노출 장소별 소변 NNAL 상수에 대한 보정된 교차비는 남학생 전체 2.68(95% CI 1.58~4.53), 가정 31.02(95% CI 9.46~101.74), 공공장소 1.89(95% CI 1.12~3.17), 여학생 전체 6.50(95% CI 3.22~13.11), 가정 20.09(95% CI 7.08~57.04), 공공장소 3.94(95% CI 1.98~7.77)로 나타남 - 사회적 활동을 줄이고 재택근무/학습을 하는 흡연자에서 흡연 빈도가 증가함 - 외부 활동을 지속한 흡연자에서는 1회 흡연 시 사용량이 증가함 - 흡연자는 다중이용시설 내 흡연실 이용을 기피하고, 사람이 없는 공간에서 혼자 흡연하게 됨 - 비흡연자의 간접흡연 노출 빈도는 변화가 없었으나, 마스크 착용으로 인해 간접흡연 노출 위험 인식은 완화됨	- 청소년의 간접흡연 노출이 소변 NNAL 수치 상승과 유의한 관련이 있음. 특히 가정 내 노출과 여학생에게서 더 뚜렷한 영향이 나타남 - 청소년을 간접흡연으로부터 보호하기 위한 정책적 노력이 강조됨
15	Hwang et al. (2021)	코로나19 팬데믹 기간 중 흡연자 흡연행태 및 비흡연자의 간접흡연 노출 변화	성인 36명 (남 18명, 여 18명)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 부모의 소변 코티닌 농도와 자녀의 소변 코티닌 농도 간 양의 상관관계가 나타남 - 부모가 흡연할수록 자녀의 소변 코티닌 농도가 유의하게 증가함 - 부모 모두 비흡연군 대비 아버지 흡연군에서 자녀의 코티닌 농도가 더 높게 나타남($+0.221\text{ng/mL}$, $p<0.0001$), 어머니 흡연군과의 차이는 통계적으로 유의하지 않음($p=0.388$) - 공동주택(아파트) 거주 아동의 경우 더 높은 노출 경향이 나타남 - 모든 장소에서 여학생과 음주 경험자가 주 3회 이상 간접흡연 노출 가능성 높음 - 가정: 낮은 경제 수준, 보호자 동거($\text{OR}=3.60$), 부모 학력 낮음 (부: $\text{OR}=1.60$, 모: $\text{OR}=1.85$) - 학교: 연령 증가($\text{OR}=1.12$), 남녀공학($\text{OR}=1.99$), 남학교($\text{OR}=2.06$), 특성화고($\text{OR}=3.15$), 일반고($\text{OR}=1.31$) - 공공장소: 보호자 동거($\text{OR}=2.82$), 낮은 경제 수준, 대도시($\text{OR}=1.42$), 종소도시($\text{OR}=1.34$) 거주	- 코로나19 고위험군임에도 불구하고 흡연 중단은 거의 발생하지 않음 - 향후 감염병 상황에서도 흡연 중단을 유도할 수 있는 정책 및 건강교육 강화가 필요함
16	Park & Ranabhat (2021)	부모의 흡연이 가정 내 금연 조치 여부와 관계없이 자녀의 소변 코티닌 농도에 미치는 영향	비흡연 아동 1,403명 및 부모 (2014~2017년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 가정 내 금연 조치 여부와 상관없이 부모의 흡연은 아동의 간접흡연 노출 유발 - 부모의 흡연 자체를 줄이는 것이 아동 보호를 위해 더욱 효과적인 전략 - 공동주택(아파트 등)에서의 간접노출 가능성 고려하여 정책적 개입 필요	- 가정 내 금연 조치 여부와 상관없이 부모의 흡연은 아동의 간접흡연 노출 유발 - 부모의 흡연 자체를 줄이는 것이 아동 보호를 위해 더욱 효과적인 전략 - 공동주택(아파트 등)에서의 간접노출 가능성 고려하여 정책적 개입 필요
17	김하나 등 (2021)	청소년의 장소별 간접흡연 노출 빈도에 영향을 미치는 요인 분석	비흡연 청소년 49,860명 (2019년 청소년건강행태조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 모든 장소에서 여학생과 음주 경험자가 주 3회 이상 간접흡연 노출 가능성 높음 - 가정: 낮은 경제 수준, 보호자 동거($\text{OR}=3.60$), 부모 학력 낮음 (부: $\text{OR}=1.60$, 모: $\text{OR}=1.85$) - 학교: 연령 증가($\text{OR}=1.12$), 남녀공학($\text{OR}=1.99$), 남학교($\text{OR}=2.06$), 특성화고($\text{OR}=3.15$), 일반고($\text{OR}=1.31$) - 공공장소: 보호자 동거($\text{OR}=2.82$), 낮은 경제 수준, 대도시($\text{OR}=1.42$), 종소도시($\text{OR}=1.34$) 거주	- 간접흡연 노출은 장소에 따라 영향을 미치는 요인이 다르며, 청소년 보호를 위해 장소별 맞춤형 정책·캠페인 필요 - 가정·학교·공공장소 각각에 특화된 개입 요구

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
18	Kim et al. (2021)	흡연구 및 금연구구에 거주하는 비흡연 성인의 요중 코티닌 농도 비교와 흡연구 내 농도에 영향을 미치는 요인 분석	비흡연 성인 2,575명 (2015-2017년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 흡연 가정 거주자의 소변 코티닌 농도는 2.1μg/L(95% CI 1.8-2.4) 금연 가정은 1.3μg/L(95% CI 1.2-1.4)로, 유의하게 높았음 - 대부분의 사회인구학적 하위 집단에서 가정 내 흡연 여부에 따라 소변 코티닌 농도가 유의하게 차이남 - 금연구정 내에서도 실내 대기 시간 30분 미만, 실내 체류 시간 없음, 실외 활동 시간 적음, 비육체·육체노동 종사자에서 코티닌 농도가 유의하게 높았음	- 가정 내 흡연 여부가 비흡연자의 간접흡연 노출 수준에 큰 영향을 미치며, 금연 가정이라 하더라도 환기 부족, 실내 체류 시간 등 생활환경 요인에 따라 간접흡연 노출이 발생할 수 있음 - 가정 환경 내 간접흡연 노출 저감을 위한 세부 정책 필요
19	Kim & Lee (2020)	한국 비흡연 성인의 소변 코티닌 농도 변화와 간접흡연 규제 효과 평가	비흡연 성인 4,218명 (2012-2014년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 전체 비흡연 성인의 소변 코티닌 농도는 2012년 2.95μg/gCr, 2013년 1.54μg/gCr, 2014년 1.47μg/gCr로 유의하게 감소함 - 대부분의 사회인구학적 하위 집단에서도 유사한 감소 추세 확인됨 - 그러나 식당, 카페 등 접객업 종사자들의 농도는 변화 없음 2014년 접객업 종사자의 코티닌 농도는 실업자 대비 유의하게 높음	- 부분적인 금연정책으로도 전체 인구의 간접흡연 노출이 줄어들 수 있음을 시사 - 다만, 접객업 종사자에게는 효과가 없어 이들을 보호하기 위한 전면 금연정책의 필요성 강조
20	Kim et al. (2020)	한국 성인의 가정 내 실내흡연과 사회경제적 요인의 관련성 분석	성인 33,462명 (2017년 지역사회건강조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 가정 내 흡연은 낮은 소득수준 및 낮은 교육수준(초등학교 이하)과 유의하게 관련됨 - 여성 흡연자, 고령자, 높은 스트레스 수준, 흡연량이 많은 경우 가정 내 흡연 확률이 높았음 - 사회경제적 취약계층에서 가정 내 흡연 위험이 높았음	- 가정 내 실내흡연의 주요 관련 요인을 규명함으로써, 사회경제적 취약계층에 대한 맞춤형 금연정책 수립 필요성을 제시 - 실내흡연 예방을 위한 건강 정책 수립에 기초자료로 활용 가능함
21	Park (2020)	부모의 흡연 패턴에 따른 아동의 간접흡연 노출 평가	아동 486명 (2016-2017년 국민건강영양조사)	소변 내 NNAL	- 부모가 흡연하며 가정 내 간접흡연 노출 아동의 소변 NNAL 농도가 가장 높았음(3.83pg/mg, 95% CI 1.50-8.33) - 부모가 흡연하지만 가정 내 간접흡연 노출이 없는 아동도 NNAL 농도가 높았음(1.30pg/mg, 95% CI 1.08-1.54) - 부모가 비흡연이고 가정 내 간접흡연 노출이 없는 아동의 NNAL 농도는 가장 낮았음(0.10pg/mg, 95% CI 1.03-1.43) - 부모의 흡연 여부가 아동의 발암물질 노출과 밀접한 관련 있음	- 가정 내 금연은 아동 간접흡연 예방에 효과적 - 그러나 가정 내 금연만으로는 완전한 간접흡연 차단이 어려우며, 삼차흡연 및 미감지 간접흡연의 영향 가능성 존재 - 아동 보호를 위한 포괄적인 간접흡연 노출 저감 정책 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
22	김누리 등 (2020)	국내 성인 비흡연자의 간접흡연 노출 수준 변화 평가	비흡연 성인 30,929명 (2008-2009, 2010-2011, 2014-2015, 2016-2018 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 비흡연자의 소변 코티닌 농도가 2010년 2.82ng/mL에서 2016년 0.50ng/mL로 감소함 2018년에는 0.79ng/mL로 소폭 증가함 - 남녀 모두에서 동일한 경향 보임 60세 이상과 농촌 거주자의 감소 폭은 낮고, 최근 3년간 농촌 지역에서 농도가 더 높게 나타남	- 간접흡연 노출이 감소하는 추세였으나 최근에는 증가 경향 확인 - 이는 흡연구역 제한 정책의 효과와 한계를 시사하며, 정책의 철저한 이행 및 감시 필요함
23	Kim & Kang (2020)	소변 코티닌 기반 흡연 노출과 고요산혈증 간의 연관성 분석	성인 5,329명 (2016년 국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 코티닌 기반 분류 결과, 전체의 22.0%, 자기보고 흡연자의 12.3%, 비흡연 여성 중 8.8%에서 니코틴 노출이 확인되었음 - 코티닌 기준 흡연자 중 31.8%가 설문에서 비흡연자로 응답하며, 흡연을 은폐하는 경향을 확인함 - 남성과 달리 여성에서는 흡연 노출량 증기에 따라 혈청 요산 수치가 유의미한 수준으로 증가하여(p-trend=0.007), 흡연 노출에 따른 고요산혈증 위험이 증가하였음(p-trend=0.016) - 전체 해기사 중 흡연율은 32.3%, 간접흡연율은 86.5%로 매우 높은 수준으로 나타남 - 선박 내 금연구역이 있음에도 불구하고, 흡연은 주로 휴게실 등 생활공간에서 이루어짐 - 자정 흡연실이 없거나 환기시설이 미비한 경우가 약 40%에 달함 - 금연구역을 받은 비율은 21.9%로 낮고, 흡연에 대한 지식은 높은 편이고, 흡연행위에 대한 태도도 부정적으로 나타남 - 흡연자의 90%는 금연을 시도한 경향이 있으나, 실제 금연의도는 낮은 수준으로 확인됨	- 여성의 경우 자기보고 기반 흡연 정보는 은폐 기능성으로 인해 정확도가 낮으며, 생체지표를 통한 객관적인 흡연 노출 확인이 필요함을 보여줌 - 여성에서만 흡연 노출과 고요산혈증 간 용량-반응 관계가 확인되며, 여성 흡연자의 통풍 예방 및 관리 측면에서 금연 중재의 중요성 강조
24	김민경 & 김재희 (2020)	한국 해기사의 흡연 및 간접흡연 실태와 관련 요인 분석	한국 해기사 155명	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 선박 내 금연구역이 있음에도 불구하고, 흡연은 주로 휴게실 등 생활공간에서 이루어짐 - 자정 흡연실이 없거나 환기시설이 미비한 경우가 약 40%에 달함 - 금연구역을 받은 비율은 21.9%로 낮고, 흡연에 대한 지식은 높은 편이고, 흡연행위에 대한 태도도 부정적으로 나타남 - 흡연자의 90%는 금연을 시도한 경향이 있으나, 실제 금연의도는 낮은 수준으로 확인됨	- 해기사는 일반 사무직보다 금연지원체계에 대한 접근성이 낮아 흡연율과 간접흡연 노출이 높은 것으로 나타남 - 흡연환경 개선, 금연구역 확대, 실태조사 정례화, 선박 내 흡연시설에 대한 제도적 정비와 시급함
25	Park et al. (2019)	직종 및 고용형태에 따른 근무시간 중 간접흡연 노출 위험 평가	간접흡연 관련 문항 응답 근로자 49,674명 (제4차 한국근로환경조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	40-50대 남성, 종사자 수 50인 미만 사업장, 일용직, 야외 근로자에서 간접흡연 노출률이 높았음 - 간접흡연 노출률이 가장 높은 상위 5개 직종은 건설 및 채굴 관련 종사자, 금속 구조 관련 기능직, 목재·가구·악기·간편 관련 기능직, 운송 및 기계 관련 기능직, 운송 및 여가 서비스직으로 나타남 - 반대로 간접흡연 노출률이 가장 낮은 하위 5개 직종은 공공 및 기업, 고위관리자, 법률 및 행정 전문가, 교육 전문가, 보건·사회복지·종교 관련 전문가였음	직업군 및 고용형태에 따라 간접흡연 노출 위험이 달라짐. 근로환경에 따른 간접흡연 노출 차이를 고려한 직종 맞춤형 금연정책 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
26	Kim et al. (2019)	간접흡연 노출과 환경 유해물질(중금속·대사체) 체내 농도 간의 연관성	성인 3,533명 (2012-2014년 국민건강영양조사)	혈중 및 소변 내 수은, 메틸히푸르산, 플루오렌 대사체 (하이드록시플루오렌), 코티닌 외 총 16종 유해물질	- 간접흡연 노출군은 비노출군 대비 유해물질 농도 증가가 확인됨 전체 수은, 메틸히푸르산, 하이드록시플루오렌, 코티닌 증가 - 여성: 위 4종 모두 유의미한 증가 - 남성: 코티닌만 유의미하게 증가 - 간접흡연 노출 시 수은, 메틸히푸르산, 하이드록시플루오렌에 대해 교차비(OR) 증가 - 특히 여성의 메틸히푸르산과 하이드록시플루오렌 노출은 통계적으로 일관되게 높음 - 모든 결과는 연령, 교육수준, 체질량지수, 음주, 운동, 코티닌 농도 등 보정 후에도 유의함	- 간접흡연은 단순한 니코틴 노출을 넘어, 수은 및 독성 대사물질의 체내 축적 위험과도 밀접히 관련됨 - 특히 여성의 노출 민감도가 더 높게 나타남, 이는 보건 교육, 직업장 정책 강화 필요성을 시사함 - 향후 연구에서는 노출경로 및 강도를 더 정밀히 규명 할 필요가 있음
27	Moon et al. (2019)	공공시설에서의 삼차흡연 노출 및 사회인구학적 취약집단 분석	현재 비흡연 및 간접흡연 비노출 성인 1,360명 (2009-2011년 국민건강영양조사; 삼차흡연 노출 한정 분석)	소변 코티닌	- 주 8회 이상 대중교통 이용자의 소변 코티닌이 가장 높았음 (arithmetic mean [AMI]: 0.59ng/mgCr, $\exp(\beta)=1.25$) - 사우나 ($\exp(\beta)=1.16$), PC방 ($\exp(\beta)=2.87$), 주점 ($\exp(\beta)=1.59$) 자주 이용 시 UCC 유의하게 높았음 - 교육 수준이 낮고(무학 $\exp(\beta)=1.99$, 초·중등 $\exp(\beta)=1.52$), 이혼 또는 사별한 상태(0.88ng/mgCr, $\exp(\beta)=1.74$), 공동주택 거주(0.77ng/mgCr), 가족 내 흡연자($\exp(\beta)=1.82$)가 있는 경우에도 높은 코티닌 농도가 나타남	- 비흡연자에서도 삼차흡연 노출이 존재하며, 이는 특정 공공장소 이용 및 사회인구학적 요인에 따라 차등적으로 나타날 수 있음을 보여줌 - 대중교통, 주점, PC방 등은 삼차흡연의 축적 및 무의식적 노출경로가 될 수 있으며, 교육 수준이 낮거나 흡연자와 함께 거주하는 등 사회적 취약계층이 더 높은 노출 위험에 노여 있음 - 공공시설 관리와 금연정책의 시각지대 보완, 삼차흡연에 대한 정책적 인식 전환의 필요성을 시사함
28	Lee & Lee (2019)	청년층(18-34세) 연령대에 따른 현재 흡연 관련 요인 비교	청년 총 2,069명 (2013-2014년 국민건강영양조사; 18-24세 712명, 25-34세 1,357명)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 현재 흡연율: 18-24세 18.3%, 25-34세 26.0% - 공통적으로 성별, 교육 수준, 직업, 음주, 전자담배 사용이 유의한 관련 요인에 해당됨 18-24세는 가정 내 간접흡연 노출이 유의한 요인, 25-34세는 스트레스 수준이 흡연과 유의한 관련이 있음	- 청년기는 흡연 시작과 중단 모두에 중요한 시기로, 청소년 또는 청년층 중심의 기존 금연 프로그램으로는 대응이 부족함 - 청년층의 거주지, 대학, 직장 등에서 맞춤형 금연정책 및 프로그램을 강화할 필요가 있음
29	Park et al. (2018)	택시 내 담배연기 노출 평가: 공기 중 니코틴 및 먼지 중 NNK 측정을 통한 간접흡연 및 삼차흡연 노출 수준 분석	경기도 고양시 택시 17대 운전자 17명 (2012년 6-9월)	공기 중 니코틴, 먼지 중 NNK	- 택시 내 흡연 흔적은 없었으나, 10명의 운전자가 현재 흡연자였음 - 전체 택시의 공기 중 니코틴 농도 기하평균 0.42$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 먼지 중 NNK 농도 기하평균 6.78pg/mg - 흡연자 운전 택시에서 각각 0.65$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 10.07pg/mg로, 비흡연자 택시(0.19$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 3.85pg/mg)보다 각각 3.4배, 2.6배 높았음	- 비흡연 운전자 택시에서도 니코틴 및 NNK가 검출되어 간접흡연 및 삼차흡연 노출 가능성 시사 - 실내 흡연이 없더라도 흡연 이력 및 잔여 연기에 의한 노출(삼차흡연) 존재 - 차량 내 완전한 금연 환경 및 정책적 단속·관리의 중요성 강조됨

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
30	Kim et al. (2018)	여성 비흡연자의 대중교통 이용 유형별 환경적 간접흡연 노출 분석	비흡연 성인 여성 1,322명-비흡연자 (2012-2014년 국민환경보건기초조사)	소변 코티닌	- 대중교통 수단별 소변 코티닌 농도의 기하평균은 지하철, 버스, 택시 순으로 증가(각각 1.66, 1.77, 1.94 $\mu\text{g/g creatinine}$), 택시 이용에서 고노출(상위 25%)의 비율이 가장 높았음 - 지하철 대비 택시 이용 시 간접흡연 고노출 위험이 높아짐 (aOR=2.42, 95% CI 0.97-6.04)	- 택시를 주로 이용하는 여성 비흡연자가 지하철 및 버스를 이용하는 경우보다 간접흡연 노출 수준이 높게 나타남 - 택시 내 간접흡연 노출 가능성을 고려한 정책적 보완 조치 및 후속 연구 필요성을 시사
31	주영희 등 (2018)	초등학교 고학년의 흡연경험에 영향을 미치는 요인 분석	경상북도 거주 초등학교 4-6학년 초등학교 총 612명 (2016년 7-8월)	없음 (자체 조사 연구)	- 흡연경험 있는 학생 비율은 3.4%로 나타남 - 처음 흡연 시기는 초등학교 4학년 이상이 71.4%로 나타남 - 친구의 흡연에 있는 경우, 흡연경험 가능성이 14.95배 높게 나타남 - 성인이 되어 흡연할 의향이 있는 경우, 흡연경험 가능성이 5.51배 높게 나타남 - 부모의 흡연 유무는 유의한 영향요인으로 나타나지 않음	- 초등학생 흡연에 가장 영향을 주는 요인은 또래 친구의 흡연임 - 흡연 예방 교육은 비흡연 학생에게도 적용되어야 하며, 또래 중심 교육이 효과적일 것으로 판단됨 - 초등학생을 대상으로 한 포괄적이고 체계적인 흡연 예방 프로그램 개발 필요
32	Sun & Park (2018)	지역 매력 요인과 간접흡연 노출률의 변화 및 상관관계 분석	비흡연 성인 총 180,498명(2011년) 및 181,721명(2013년) (2011, 2013년 지역사회건강조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	2011-2013년간 간접흡연 노출은 전체적으로 감소했으나, 여전히 공공장소에서 높음 - 간접흡연 노출은 지역별로 차이가 있고, 높은 사회경제적 특성을 가진 지역에서는 직장 및 공공장소 노출이 증가하는 경향이 있음 - 지역별로 간접흡연에 영향을 미치는 요인이 노출 장소마다 다르게 나타남	지역 매력(사회경제적 수준 등)에 따라 간접흡연 노출 수준이 다르게 나타나므로, 지역 맞춤형 간접흡연 방지 정책이 필요함. 특히 높은 사회경제적 특성을 가진 지역에 집중 관리 필요
33	Choi et al. (2017)	중학생의 흡연 경험 및 간접흡연 노출 실태 조사	만 13-15세 중학생 4,235명 (2013년 7-8월 the Global Youth Tobacco Survey (GYTS))	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	17.8%가 과거에 담배를 피워본 경험이 있음 - 현재 흡연율은 5.2%로 나타남(남학생 7.5%, 여학생 2.6%) - 장소별 간접흡연 노출률은 다음과 같음 가정 내: 29.7% 실내 공공장소: 47.4% 실외 공공장소: 53.9% - 현재 흡연자의 25.7%는 매장에서 담배를 구매함 58.0%는 담배 광고나 판촉물을 봄 66.8%는 금연 의향이 있음 70.9%는 학교에서 흡연의 위험성을 교육 받음	- 청소년의 흡연 접근성이 여전히 높으며, 다양한 장소에서의 간접흡연 노출 및 담배 광고에 노출되고 있음 - 청소년 흡연 예방을 위한 담배 판매 금지 법률의 엄격한 시행, 금연구역 확대, 광고 금지 강화 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
34	Kim et al. (2017)	다가구 주택 (Multi-Unit Housing, MUH) 내 간접흡연 유입 실태 및 관련 사회·환경 요인 분석	서울시 다가구 주택 거주 성인 2,600명 (비흡연자 1784명 분석)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 비흡연자 주택 내 금연 규칙 있음에도 74.7%가 최근 1년간 최소 1회 이상 간접흡연 유입을 경험함 - 집에 머무는 시간이 많을수록, 자녀와 함께 거주하는 경우, MUH 내 금연정책 지지, 소형 주택 거주, 현관문 또는 창문과 현관문을 통한 자연환기 방식 사용, 환기 빈도 높을수록 간접흡연 유입 경험 가능성이 증가함	- 주택 내 금연 원칙이 있어도 MUH 구조적 특성상 외부 흡연의 영향으로 실내 간접흡연 노출 발생 - 실내 금연만으로는 간접흡연으로부터 충분히 보호되지 않으며, 다가구 주택 차원의 공공 금연정책 도입 필요
35	Lee et al. (2017)	비흡연자의 간접흡연 노출과 혈중 카르복스 농도 간의 연관성 분석	비흡연 성인 3,493명 및 청소년 395명 (2007-2015년 국민건강영양조사; 남성 1,231명, 여성 2,262명, 남자 청소년 210명, 여자 청소년 185명)	소변 코티닌, 혈중 카르복스	- 소변 코티닌 농도 증가 시 혈중 카르복스 농도도 증가하는 유의한 양의 상관관계가 확인됨 - 성인 남성: $\beta=0.0004$, $SE=0.0001$ - 청소년 남성: $\beta=0.0006$, $SE=0.0002$ - 성인 여성: $\beta=0.0006$, $SE=0.0002$ - 청소년 여성: $\beta=0.0016$, $SE=0.0006$	- 비흡연자도 간접흡연을 통해 중금속(카드뮴)에 노출될 수 있음이 확인됨 - 청소년 여성에서 특히 높은 상관관계가 나타남 - 간접흡연으로 인한 건강위해를 줄이기 위한 공공보건 개입 필요
36	Kim et al. (2017)	인터넷카페 내 흡연실로부터의 간접흡연 노출 여부 및 관련 요인 분석	국내 인터넷카페 흡연실 (측정 위치: 흡연실 내부 및 출입문 외부)	초미세먼지 (PM _{2.5})	- PM_{2.5} 농도는 흡연실 내부와 외부 문 앞 모두에서 유사한 시간 흐름을 보임 - 문이 열릴 때 흡연실 내부의 높은 PM_{2.5} 농도가 외부로 누출됨 - 문이 열려 있는 시간, 문이 여닫히는 방향, 문 개방 시 내부 PM_{2.5} 평균 농도가 누출 증가와 유의하게 연관됨	- 흡연실 문을 통해 실내의 담배연기가 외부로 누출되고 있음을 시사함 - 현재 법령에 따라 설치된 흡연실은 간접흡연 차단에 효과적이지 않음 - 간접흡연 노출을 방지하려면 흡연실 자체를 제거하는 방향의 법 개정 필요
37	Park et al. (2017)	한국 청소년의 가정 내 간접흡연 노출과 성별·연령 차이 및 사회경제적 요인과의 관련성 분석	비흡연 청소년 55,888명 (남 25,648명, 여 30,240명)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 여학생이 남학생보다 가정 내 간접흡연 노출 비율(32.35% vs. 26.83%) 및 평균 노출 일수(3.48일 vs. 3.08일)가 높게 나타남 - 연령이 낮을수록 가정 내 간접흡연 노출 비율이 높게 나타남 - 낮은 사회경제적 수준일수록 가정 내 간접흡연 노출에 대한 교차비(OR)와 발생률(RR)이 유의미하게 증가함 - 남학생: OR=1.12-1.58, IRR=1.05-1.17 - 여학생: OR=1.19-1.85, IRR=1.10-1.14	- 저소득층 청소년일수록 가정 내 간접흡연에 더 많이 노출됨 - 성별 및 연령에 따라 노출 수준에 차이가 있음 - 특히 사회경제적 취약계층 청소년의 가정 내 간접흡연 노출을 줄이기 위한 정책적 개입 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
38	이원영 등 (2017)	흡연 부스 내 담배 연소로 인한 실내 (초)미세먼지 및 휘발성유기화합물 농도 측정 및 배출계수 산출	서울시 내 공공장소 흡연 부스	미세먼지 및 초미세먼지(PM10, PM2.5, PM1.0), 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌	• 흡연 중 흡연 부스 내 미세먼지 농도: PM10 278$\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM2.5 270$\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM1.0 264$\mu\text{g}/\text{m}^3$ • 담배 1개비 당 미세먼지 배출계수: PM10 7.682$\mu\text{g}/\text{cig}$, PM2.5 7.671$\mu\text{g}/\text{cig}$, PM1.0 7.575$\mu\text{g}/\text{cig}$ • 휘발성유기화합물 농도: 톨루엔 71.7$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 벤젠 32.1$\mu\text{g}/\text{m}^3$, m,p-자일렌 29.7$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 에틸벤젠 12.3$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 스티렌 12.0$\mu\text{g}/\text{m}^3$, o-자일렌 6.5$\mu\text{g}/\text{m}^3$ • 휘발성유기화합물 배출계수: 톨루엔 632$\mu\text{g}/\text{cig}$, 벤젠 313$\mu\text{g}/\text{cig}$, m,p-자일렌 247$\mu\text{g}/\text{cig}$, 스티렌 118$\mu\text{g}/\text{cig}$, 에틸벤젠 85$\mu\text{g}/\text{cig}$, o-자일렌 52$\mu\text{g}/\text{cig}$ • 서울시에서 흡연으로 인한 PM10 및 PM2.5 기여율은 각각 4.3%, 4.8%로 다른 지역보다 높음	• 흡연 부스 내에서도 높은 수준의 유해물질(미세먼지, 휘발성유기화합물)이 발생하며, 이는 간접흡연의 주요 오염원으로 작용할 수 있음 • 특히 서울과 같은 도시 지역에서는 흡연으로 인한 미세먼지 기여율이 상회하여 실질적인 간접흡연 노출 저감을 위해 별도의 관리 정책이 필요함
39	Lee et al. (2017)	직장 내 간접흡연 노출 수준과 산업재해 발생 간의 연관성 분석	근로자 49,106명 (2011년) 한국근로환경조사; 남 28,125명, 여 20,981명)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	• 직장 내 간접흡연 노출 수준이 높을수록 산업재해 위험이 유의미하게 증가함(용량-반응 관계) • 성별, 흡연 여부, 금연정책 유형, 직업 특성을 층화하여 분석한 결과에서도 일관된 연관성이 나타남 • 금연정책에 따른 산업재해 교차비(OR): 완전 금연 사업장(4.23), 분리 흡연구역 있는 사업장(2.98), 흡연 허용 사업장(2.84) • 직업 분류, 근무 형태, 장시간 근무 여부, 유해요인 동시 노출 여부 등에 따른 층화 분석에서 유의미한 연관성이 확인됨	• 직장 내 간접흡연 노출은 산업재해 발생과 유의미한 용량-반응 관계를 가지며, 이는 다양한 교란 요인을 통제한 후에도 지속됨 • 근로자 건강 보호를 위한 직장 내 금연정책 강화 및 간접흡연 저감 정책이 필요함 • 정책 수립 및 후속 연구에 중요한 근거 자료가 될 수 있음
40	Joung et al. (2016)	청소년의 흡연 행동과 부모 및 친구의 흡연 상태 간의 연관성 분석	중·고등학생 72,060명 (2014년) 청소년건강행태조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	• 현재 흡연율은 남학생 13.3%, 여학생 4.1%로 나타남 • 전지담배 흡연율은 남학생 4.1%, 여학생 1.5%로 나타남 • 간접흡연 노출, 가족 구성원의 흡연, 친구의 흡연 여부, 학교 내 흡연 목격 경험 모두 청소년의 현재 흡연 및 전지담배 흡연과 유의미한 관련성을 가짐 • 가족 및 친구의 흡연 상태가 청소년의 흡연 행동과 밀접한 관련이 있음	• 청소년의 흡연은 주변 환경, 특히 가족과 친구의 흡연 행동에 큰 영향을 받음 • 이러한 요인을 고려한 청소년 흡연 예방 및 개입 프로그램 개발이 필요함

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
41	Sun et al. (2016)	한국 성인 비흡연자의 장소별 간접흡연 노출 관련 요인 분석	비흡연 성인 181,721명 (2013년 지역사회건강조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	• 공통 개인 변수 중 연령 및 흡연 여부가 장소에 따라 간접흡연 노출과 상이한 관련성을 보임 • 가정: 주거유형과 '한 부모 가정' 및 '미혼 자녀로 구성된 가족'이 남녀 모두에서 간접흡연 노출과 가장 강한 양의 연관성 있음 • 직장: 서비스/판매직, 블루칼라, 육체노동 직군에서 간접흡연 노출과 가장 강한 양의 연관성 나타남 • 공공장소: 여성의 경우 암 검진률과 간접흡연 노출 간에 양의 연관성, 남녀 모두에서 음주를 및 한부모 가정과 간접흡연 노출 간에 양의 연관성 있음	• 간접흡연 노출은 단순히 개인요인뿐만 아니라 장소 특성, 사회·지역 맥락적 요인과의 밀접히 관련됨 • 특히 성별과 장소별로 위험요인이 다르게 나타남 • 효과적인 간접흡연 노출 저감을 위해서는 성별, 지역, 장소 맥락에 따른 맞춤형 정책 수립이 필요함
42	Hong et al. (2016)	PC방 내 간접흡연 노출 수준 평가 및 금연 정책의 과학적 근거 제공	2012년 6-9월 경기도 고양시 소재 PC방 28곳 (흡연구역 및 비흡연구역)	초미세먼지(PM2.5), 공기 중 니코틴 농도	• 모든 PC방의 흡연구역과 금연구역 모두에서 흡연 흔적 확인됨 • 흡연구역과 금연구역 모두 초미세먼지(PM2.5) 및 공기 중 니코틴 농도가 높았으며, 유의한 차이 없음 • 흡연구역: PM2.5 174.77$\mu\text{g}/\text{m}^3$, ANC 48.95$\mu\text{g}/\text{m}^3$ • 금연구역: PM2.5 93.38$\mu\text{g}/\text{m}^3$, ANC 41.30$\mu\text{g}/\text{m}^3$ • WHO 권고 기준 대비 PM2.5 농도가 전체적으로 약 5.5배 높음	• 부분적인 흡연구역 분리는 실내 간접흡연 노출을 효과적으로 차단하지 못함 • 실내공기 중 간접흡연 지표 농도가 모두 높아 전면 금연 정책의 필요성이 뚜렷함 • 연구 결과는 금연정책 강화를 위한 과학적 근거로 활용 가능하며, 금연정책이 미비한 국가에 정책적 시사점 제공함
43	Park et al. (2016)	한국 내 부분적 금연법의 간접흡연 노출실태 분석, 공공장소 모니터링 및 생체지표 측정	비흡연 근로자 37명 및 공공장소 35개소	소변 코티닌, 모발 니코틴, 소변 NNAL, 실내외 초미세먼지(PM2.5), 공기 중 니코틴, 먼지 중 NNK	• 금연구역 내 모든 실내 장소에서 간접흡연 노출이 높게 나타남 • 특히 사설 교육기관과 폐쇄된 공간(화장실 등에서 환경 오염 물질 농도가 가장 높음) • 육외 측정치는 보육시설에서 낮고 관공서에서 높음 • 비흡연 근로자의 생체지표 역시 사설 교육기관에서 가장 높은 노출을 보임	• 부분적 금연법과 집행 미흡으로 금연구역 내 간접흡연 노출 지속 발생 • 전국 모든 공공장소에 대한 포괄적 금연정책 및 철저한 집행 필요성 강조
44	Kim et al. (2016)	흡연 허용 업소에서 비흡연 근로자의 실내 초미세먼지(PM2.5)와 소변 내 코티닌 및 총 NNAL 농도 간의 관련성 평가	서울 소재 흡연 허용 호스피탈리티업소 62곳 및 비흡연 종사자 62명	소변 코티닌, 소변 NNAL	• 실내 PM2.5의 자연로그값이 소변 코티닌 및 total NNAL의 자연로그값과 각각 유의하게 상관됨($r=0.31$, $r=0.32$) • 소변 코티닌 농도는 실내 PM2.5 농도, 여성 근로자, 업소 부피 <375m^3인 경우에서 더 높게 나타남 • 소변 총 NNAL 농도는 실내 PM2.5 농도와 유의한 양의 상관관계를 보임	• 실내 PM2.5 농도는 비흡연 근로자의 간접흡연 노출 수준을 반영하는 유용한 환경지표로 활용 가능 • 좁은 공간이나 여성 근로자에게 더 큰 노출 위험 존재 • 생체지표와 실내공기질 통합 측정을 통한 간접흡연 노출 평가의 필요성 강조

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
45	Kim & Lee (2016)	간접흡연이 없는 가정 내 비흡연자의 소변 코티닌 농도와 주거 유형 및 사회인구학적 요인의 관련성	비흡연 및 흡연자 비동거인 성인 814명 (2009-2011년 국민건강보험조사)	소변 코티닌	- 전체 대상자의 88%에서 소변 코티닌이 검출됨 - 아파트 거주자(0.69ng/mgCr)에 비해 연립(1.18ng/mgCr) 및 단독주택 거주자(1.23ng/mgCr)에서 유의하게 높은 농도가 나타남 - 남성, 가구소득 ≤ 1,000USD/월, 과거 흡연자, 매일 간접흡연 냄새를 경험한 경우에서 코티닌 농도가 높게 나타남 - 다변량 회귀 분석 결과, 주거 유형, 성별, 과거 흡연 여부, 간접흡연 냄새 경험 빈도가 코티닌 농도와 유의한 관련성을 보임($R^2=0.14$)	- 비흡연자도 간접흡연 없는 환경에서 실제로 간접흡연에 노출되고 있음 - 주거 유형, 성별, 과거 흡연 이력, 간접흡연 냄새 인지가 간접흡연 노출의 주요 예측 요인으로 확인됨 - 주거 환경에 따른 맞춤형 간접흡연 저감 정책이 필요함
46	Kim et al. (2016a)	실내 흡연 규제 정책 단계적 시행에 따른 바(bar) 내 PM2.5 농도 변화 평가	서울 및 창원 바(bar) 336곳 (2013-2015; 규제 전 75곳, ≥150㎍/㎥ 규제 후 75곳, ≥100㎍/㎥ 규제 후 107곳, 전체 규제 후 79곳)	실내 초미세먼지 (PM2.5) 농도	- 전체 바의 실내 PM2.5 기하평균 농도는 다음과 같이 변화함: ① 규제 전: 98.4㎍/㎥ ② ≥150㎍/㎥ 금연 후: 79.5㎍/㎥ (↓19%) ③ ≥100㎍/㎥ 금연 후: 42.9㎍/㎥ (↓56%) ④ 전체 바 금연 후: 26.6㎍/㎥ (↓73%) - 바 면적별로 해당 면적에 대한 규제가 시행된 이후에만 유의한 감소가 나타남 - 서울 지역 바에서는 최종 규제 이후 흡연 행위가 관찰되지 않았으나, 창원 지역의 경우 21개 바 중 4곳에서 여전히 흡연이 관찰됨	- 단계적 규제보다 모든 바를 대상으로 한 전면 금연정책이 실내공기질(PM2.5) 개선에 가장 효과적 - 일부 지역에서는 금연정책 이행이 미흡하여, 정책 효과 극대화를 위해 법적 규제 단계의 강력한 시행과 지속적인 모니터링 필요
47	Hwang & Park (2016)	청소년의 성별 및 연령에 따른 가정 내 간접흡연 노출 차이	13-18세 비흡연 청소년 64,499명 (2013년 청소년건강행태조사)	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 여학생이 남학생보다 가정 내 간접흡연에 더 많이 노출됨 (OR=1.26, 95% CI 1.21-1.32) - 연령이 낮을수록, 성별과 관계없이 가정 내 간접흡연에 더 많이 노출됨($p<0.001$) - 흡연 가구원이 있을 경우, 저연령 남학생과 모든 연령의 여학생이 특히 높은 노출 위험을 보였음	- 여학생과 저연령 청소년이 간접흡연에 더 취약함에도 더 많이 노출됨 - 취약계층을 위한 가정 내 간접흡연 인식 제고 및 예방 정책 필요
48	김은경 등 (2015)	암 환자의 간접흡연 노출 실태 및 성별 차이 요인 분석	국립암센터 외래 또는 입원 환자 304명	없음 (자기보고식 설문조사 기반)	- 전체 간접흡연 노출률은 69.5%임 - 남성 57.1%, 여성 62.7%로 성별 차이는 유의하지 않음 - 여성의 가정 내 노출률(20.7%)은 남성(4.4%)보다 높음($p=0.048$) - 남성의 경우, 50세 이하(OR=3.11), 취업 상태(OR=3.15), 흡연 가족 없음(OR=0.32)이 관련됨 - 여성에서는 취업 상태(OR=2.67), 건강 자기평가 양호(OR=2.35), 흡연 가족 있음(OR=2.03)과 관련됨	암 환자 중 상당수가 간접흡연에 노출되고 있으며, 성별에 따라 관련 요인이 다름. 따라서 암 환자를 위한 성별 특이적인 간접흡연 예방 전략 필요

〈표 3-8〉 국내 간접흡연 노출 연구: 설계, 지표 및 주요 결과 요약(계속)

연번	저자 (연도)	연구 주제	연구 대상	측정 지표	주요 결과	해석 및 시사점
49	곽수영 등 (2015)	금연법 시행 전후 PC방의 실내 초미세먼지(PM2.5) 농도 측정을 통한 간접흡연 노출 평가	서울, 천안, 대구, 군산의 PC방 174개소 (법 시행 전 56곳, 시행 후 118곳)	초미세먼지(PM2.5)	- 전체 PC방의 47%에서 흡연 관찰됨 - 흡연 밀도는 1.62명/100m³에서 0.32명/100m³로 감소함 - 금연법 시행 전후 PM2.5 농도 차이는 통계적으로 유의하지 않음 - 평균 PM2.5 농도는 미국 국가대기환경기준(National Ambient Air Quality Standards, NAAQS)에서 제시하는 기준값(35µg/ m³)의 두 배 수준임 - 흡연자 없는 PC방에서도 실외 농도의 두 배 수준의 PM2.5 농도 나타남	- 금연법 시행 이후에도 상당수 PC방에서 흡연이 지속되었음 - 흡연 부스 등으로 인해 비흡연자도 높은 수준의 간접흡연에 노출될 수 있음 - 실내 간접흡연 노출을 효과적으로 줄이기 위해서는 흡연 부스 포함 완전한 실내 금연이 필요함
50	Jung et al. (2015)	한국 여성의 간접흡연 노출과 혈중 납 및 카드뮴 농도와의 연관성 평가	비흡연 여성 1,490명 (2010-2012년 국민건강영양조사)	혈중 납 및 카드뮴	- 간접흡연 노출시간이 길수록 혈중 카드뮴 농도가 유의하게 증가함 (비노출군 1.21µg/L, 하루 1시간 미만 노출군 1.13µg/L, 하루 1시간 이상 노출군 1.46µg/L) - 특히, 직장 내 간접흡연 노출군의 혈중 카드뮴 농도가 가장 높음 (1시간 이상 노출 1.50µg/L, 비노출 1.20µg/L) - 혈중 납 농도는 간접흡연 노출과 관련 없음	직장 내 간접흡연 노출이 여성의 혈중 카드뮴 농도를 유의하게 증가시킴을 보여주며, 직장 내 간접흡연 저감을 위한 사회적·정책적 노력이 필요함
51	Lee et al. (2014)	국내 비흡연 근로자의 간접흡연 노출 현황 및 영양요인 분석	비흡연 성인 근로자 1,448명 (국민건강영양조사)	소변 코티닌	- 자기보고 간접흡연 노출률: 36.9% - 평균 소변 코티닌 농도: 16.50µg/L, 95% CI 14.48-18.80 - 성별, 거주 지역, 학력, 간접흡연 노출에 따른 코티닌 농도 차이 존재 - 농업·임업·어업 및 단순노무직 근로자가 사무직 근로자보다 코티닌 농도 높음	- 간접흡연 노출이 광범위하게 존재함을 시사 - 직업별 간접흡연 노출 차이가 큼 - 소변 코티닌 측정이 국내 간접흡연 노출 평가에 유용한 지표임

IV

소결

1 요약

가. 생체지표 기반 간접흡연 노출 평가의 이해

1) 주요 생체지표의 특성 및 측정 원리

간접흡연 노출 평가에 사용되는 주요 생체지표는 니코틴 및 그 대사산물인 코티닌, 그리고 담배특이니트로사민의 대사체인 NNAL 등이다.

니코틴은 담배연기의 주성분으로, 인체에 흡수된 후 약 2시간이라는 짧은 반감기를 가지므로 노출 직후의 급성 노출을 파악하는 데 유용하다. 다만, 모발 내에서는 대사되지 않고 축적되는 특성이 있어 수개월에 걸친 장기 노출 이력의 추적에도 활용된다. 그러나 모발 니코틴 농도는 외부 환경오염의 영향을 크게 받을 수 있어, 단독 지표로 해석하기보다는 코티닌 및 NNAL과 같은 대사산물 지표의 보조적 역할로 사용된다.

코티닌은 니코틴이 간에서 대사되어 생성되는 주요 대사산물이다. 반감기가 약 16~18시간으로 니코틴보다 길어, 최근 1~3일간의 간접흡연 노출 수준을 반영하는 가장 보편적인 지표로 활용된다. 코티닌은 체액 내 농도가 높고 일중 변동이 적으며, 분석이 비교적 정밀하여 흡연자와 비흡연자를 구분하는 객관적인 기준값(cut-off value)을 제공한다.

NNAL은 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol의 약자로, 발암성 물질인 NNK의 대사체이다. 반감기가 약 10~40일로 가장 길어 장기간의 누적 노출량 및 만성 노출을 평가하는 데 적합하다. NNAL은 비흡연자 노출군에서 유의하게 높은 농도가 나타나, 발암성 물질 노출 차단 정책의 필요성을 뒷받침하는 지표로 활용된다.

2) 시료 유형별 측정 방법의 장단점 및 활용

생체지표는 소변, 혈액, 타액, 모발 등 다양한 인체 시료를 통해 측정될 수 있으며, 각 시료는 노출 평가 목적에 따라 장단점이 존재한다.

소변은 가장 널리 사용되는 시료로, 비침습적이며 코티닌 농도가 높아 분석이 용이하다. 대규모 인구집단 역학연구에 적합하며, 수집 및 보관이 간편하다는 장점이 있다. 그러나 개인의 수분 섭취량에 따라 희석도가 변동될 수 있어, 이를 보정하기 위해 크레아티닌 보정 코티닌(Creatinine-corrected cotinine) 수치를 활용한다.

혈액은 높은 정밀도와 표준화된 분석법을 통해 전신 노출량을 정확하게 반영할 수 있으며, 임상적 해석이 용이하다. 다만, 침습적인 채취 과정으로 인해 윤리적, 법적 절차가 엄격하여 대규모 조사보다는 임상 연구나

금성 노출 평가에 주로 활용된다.

타액은 비침습적이고 채취가 간편하여 지역사회 건강 조사, 특히 청소년 대상 연구에 적합하다. 혈액 내 코티닌 농도와 높은 상관성을 보이지만, 농도가 낮고 음식물 등 외부 오염에 영향을 받을 수 있다는 단점이 있다.

모발 및 손·발톱은 수개월에서 수년간의 장기적이고 누적된 노출을 평가할 수 있는 독특한 장점을 가진다. 특히 모발은 노출 이력을 반영하는 데 효과적이며, 손·발톱은 변동성이 적어 만성 노출 평가에 유용하다. 그러나 외부 오염 가능성이 높고, 분석 방법의 표준화가 미흡하며, 분석 비용과 시간이 많이 소요된다는 한계가 있다.

나. 국내 간접흡연 노출 현황 심층 분석: 생체지표 및 역학 데이터 기반

1) 전반적 노출률 추이와 자기보고-생체지표 간 불일치 문제

국민건강영양조사를 비롯한 다수의 국가 단위 조사를 활용한 연구에서, 2008년 이후 공공장소 및 직장 내 금연정책이 확대되면서 간접흡연 노출률은 전반적으로 감소하는 추세를 보였다. 자기보고 기반의 간접흡연 경험률은 직장의 경우 2009년 44.8%에서 2018년 12.3%로, 공공장소에서는 2013년 55.6%에서 2018년 15.4%로 유의미하게 감소하였다.

그러나 이러한 자기보고 기반의 긍정적인 추세와 달리, 생체지표를 활용한 객관적인 평가에서는 간접흡연 노출 문제가 여전히 심각한 수준임이 드러났다. 한 연구에 따르면, 자기보고를 기준으로 한 노출률은 5.1%에서 29.5%에 불과했지만, 요중 코티닌 수치($\geq 0.5\text{ng/mL}$)를 기준으로 했을 때의 실제 노출률은 44.4%로 현저히 높게 나타났다. 이는 자기보고 방식이 실제 노출 수준을 체계적으로 과소평가하고 있다는 것을 의미한다.

이러한 불일치는 단순한 기억의 오류를 넘어, 간접흡연 노출에 대한 사회적 편견과 인식의 문제와도 깊은 관련이 있다. 특히 여성과 청소년의 경우, 흡연자 가족이나 주변 환경으로부터의 노출 사실을 사회적 바람직성 편향(social desirability bias) 때문에 의도적으로 축소 보고할 가능성이 높다. 예를 들어, 여성이 가정 내 흡연 노출을 인지하더라도 이를 개인적 혹은 사적인 문제로 간주하여 공공연히 밝히기를 꺼리는 경향이 있을 수 있다. 청소년 또한 흡연 또는 간접흡연 노출이 불이익으로 이어질 것을 우려해 허위 응답할 가능성이 있다. 따라서 공중 보건 정책은 단순히 금연을 유도하는 것을 넘어, 이러한 사회적 편향을 해소하고 개인의 정확한 노출 상태 인지 및 보호를 지원하는 구조적·문화적 접근을 병행해야 한다.

2) 취약집단별 간접흡연 노출 현황

여성과 아동 대상 국내 연구에서는 여성의 경우 자기보고 노출률은 낮지만, 생체지표인 코티닌/크레아티닌 비율(Co/Cr)은 남성보다 항상 높게 측정되어 실제 노출이 과소보고될 가능성이 크다고 지적한다. 이는 가사 노동에 따른 실내 체류 시간 증가나 여성의 무의식적 또는 비인지 노출이 빈번함을 시사한다. 아동의 경우, 부모의 흡연이 자녀의 소변 NNAL 및 코티닌 수치 증가와 유의하게 관련되며, 특히 부모 모두 흡연할 경우 가장 높은 노출 수치를 보였다.

사회경제적 취약계층의 경우, 간접흡연 노출은 사회경제적 요인과의 밀접하게 연관되어 건강 불평등의 문제를 야기한다. 국내 연구들은 교육 수준이 낮을수록 요증 코티닌 농도 감소 경향이 뚜렷하게 낮았고, 낮은 소득 및 학력 수준과 가정 내 실내 흡연 위험이 유의미하게 관련된다는 점을 밝혔다.

이 외에도 건설 및 채굴, 운송, 금속 주조, 해기사 등 특정 직종의 근로자들은 사무직 근로자에 비해 간접흡연 노출률이 높게 나타난다. 특히, 접객업소 종사자는 전면 금연 규제 시행 이전까지 높은 노출 수준을 보였으며, 이들을 보호하기 위한 포괄적인 정책의 필요성이 제기되었다.

3) 장소 및 상황별 노출 특성

가정에서 흡연 가구원과 동거하는 비흡연자의 소변 코티닌 농도는 유의하게 높았으며, 이는 여성과 아동에서 건강위해 가능성을 증가시키는 것으로 나타났다. 아파트와 같은 공동주택 거주자에게서는 가정 내 흡연이 없어도 간접흡연 유입을 경험하는 경우가 많아, 주거 환경의 구조적 특성으로 인한 노출 문제가 지적되었다.

공공장소 대상 연구에서는 PC방 내 흡연구역은 PM2.5 및 니코틴 농도가 높아, 부분적인 공간 분리가 간접흡연 노출을 효과적으로 차단하지 못함을 보여주었다. 또한, 택시를 이용하는 여성 비흡연자의 간접흡연 노출 수준이 가장 높게 나타나, 대중교통 이용 시에도 높은 노출이 발생할 수 있음이 확인되었다.

삼차흡연 노출 관련하여 짧은 시간 동안(2시간) PC방이나 노래방을 방문하는 것만으로도 소변 코티닌 농도가 유의하게 증가하는 것이 관찰되었다. 이는 담배 냄새가 없는 환경에서도 환경 표면에 잔류한 물질을 통해 간접흡연 노출이 일어날 수 있다는 새로운 문제를 제기한다.

다. 격차 분석

1) 측정 및 감시 측면의 갭 분석

한국의 간접흡연 노출 현황은 국민건강영양조사와 같은 대규모 데이터를 통해 꾸준히 파악되고 있다. 그러나 측정 방법이 여전히 자기보고에 크게 의존하고 있다는 점에서 한계가 명확하다. 이는 여성, 청소년 등 특정 집단의 실제 노출을 과소평가하여 정책의 사각지대를 만든다. 생체지표는 정책이 실제 얼마나 효과를 거두고 있는지 객관적으로 평가하고, 설문조사만으로는 알 수 없는 간접흡연 노출의 현실을 밝혀주는 중요한 도구이다. 국내에서는 국민건강영양조사를 통해 코티닌 측정이 이루어지고 있지만, 이 데이터를 노출 평가의 주요 기준으로 삼거나 정책 효과를 분석하는 데 적극적으로 활용하는 사례는 아직 미흡하다. 제공된 문헌들을 통해 알 수 있듯이, 생체지표는 단순히 노출 여부를 알려주는 것을 넘어, 특정 집단(예: 저소득층)의 코티닌 농도가 높다는 사실을 통해 간접흡연 노출이 사회경제적 불평등과 밀접한 관련이 있음을 정량적으로 보여주는 중요한 도구이다.

2) 취약집단 보호 측면의 갭 분석

국내 연구는 여성과 아동의 노출 민감성 및 높은 노출 수준을 지적하고 있지만, 이를 직접적으로 보호하기 위한 별도의 법적, 제도적 장치는 미흡하다. 영국의 '차량 내 금연 법률'은 간접흡연에 가장 취약한 어린이와

청소년을 직접 보호하는 효과적인 벤치마킹 사례가 될 수 있다. 또한, 폐쇄적이거나 접근성이 낮은 환경의 근로자들은 여전히 간접흡연에 심각하게 노출되고 있으나, 이들을 위한 정책적 개입은 전무한 실정이다. 신종담배제품에서 발생하는 에어로졸의 유해성에 대한 과학적 증거가 축적되고 있음에도 불구하고, 법적으로 일반담배(결련)와 동일한 수준의 규제가 이루어지지 않아 새로운 형태의 간접흡연 노출 문제를 야기한다.

2 정책 시사점 및 제언

가. 정책 수립 및 평가의 나침반: 생체지표 기반의 감시 체계 구축

생체지표는 간접흡연 노출의 '숨겨진 현실'을 객관적으로 드러내는 중요한 도구이다. 현재 국민건강영양조사를 통해 요충 코티닌 측정이 이루어지고 있음에도, 이를 정책의 주요 지표로 활용하는 사례는 부족하다.

국민건강영양조사에 요충 코티닌 및 NNAL 등 생체지표 측정을 정례화하여 간접흡연 노출의 공식 지표로 삼아야 한다. 또한 단순히 노출 여부를 확인하는 것을 넘어, 생체지표 수치에 따라 '노출 강도'를 등급화하여 관리하는 체계를 구축함으로써 정책 효과를 객관적으로 평가할 수 있다. 이는 사회경제적 요인, 성별, 직업 등에 따른 건강불평등 문제를 정량적으로 파악하고, 취약계층을 위한 맞춤형 정책을 설계하는 데 필수적이다.

나. 과학적 근거 기반의 맞춤형 정책 도입

생체지표 연구는 특정 집단과 환경이 간접흡연에 얼마나 취약한지 보여준다. 국내 연구는 여성과 아동의 높은 노출 수준을 지적하고 있지만, 이를 직접적으로 보호하기 위한 법적·제도적 장치는 아직 미흡하다.

현행 금연구역 규제 체계에 전자담배를 포함하여 일반담배(결련)와 동일하게 규제하도록 하고, 신종담배에서 발생하는 에어로졸을 간접흡연의 범주에 명확히 포함해야 한다. 또한 제품의 유해 성분을 체계적으로 분석하여 생체지표와 건강위해도의 상관관계를 규명함으로써, 소비자에게 과학적 근거에 기반한 정확한 정보를 제공해야 한다. 나아가 생체지표를 활용하여 노출이 확인된 소규모 사업장 근로자 등 특정 직업군을 대상으로 맞춤형 금연지원 및 실내공기질 관리 프로그램을 개발·시행할 필요가 있다.

다. 인식 개선과 교육 강화: 생체지표의 의미 전달

자기보고 방식은 실제 노출을 과소평가할 수 있다. 생체지표 측정은 자기보고의 한계를 보완하고 정확한 노출 실태를 파악하는 데 기여한다.

간접흡연의 유해성뿐만 아니라, 삼차흡연과 신종담배 에어로졸의 위험성에 대한 대중의 인식을 높이는 캠페인을 전개해야 한다. 특히 여성, 청소년 등 생체지표를 통해 노출이 과소평가되는 집단을 대상으로, 생체지표의 의미와 객관적 노출 평가의 중요성을 교육하는 프로그램을 도입해야 한다.

참고문헌

- Almassi, A. A., Oliver, B. G. G., & Smith, S. M. (2025). Analysis of Assessment Methods for Detecting Nicotine Residue and Its Impact on Humans: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(4).
- Angus, K., & Semple, S. (2019). Home Health and Community Care Workers' Occupational Exposure to Secondhand Smoke: A Rapid Literature Review. *Nicotine & Tobacco Research*, 21(12), 1673–1679.
- Avila-Tang, E., Al-Delaimy, W. K., Ashley, D. L., Benowitz, N., Bernert, J. T., Kim, S., Samet, J. M., & Hecht, S. S. (2013). Assessing secondhand smoke using biological markers. *Tobacco control*, 22(3), 164–171.
- Batista, D. R., Coelho, L. S., Tanni, S. E., & de Godoy, I. (2024). Metal in biological samples from electronic cigarette users and those exposed to their second-hand aerosol: a narrative review. *Frontiers in Medicine*, 11, 1349475.
- Benowitz, N., Jacob, P., Ahijevych, K., Jarvis, M., Hall, S., & LeHouezec, J. (2002). SRNT subcommittee on biochemical verification. Biochemical verification of tobacco use and cessation. *Nicotine & Tobacco Research*, 4(2), 149–159.
- Benowitz, N. L., Dains, K. M., Dempsey, D., Herrera, B., Yu, L., & Jacob, P., 3rd. (2009). Urine nicotine metabolite concentrations in relation to plasma cotinine during low-level nicotine exposure. *Nicotine & Tobacco Research*, 11(8), 954–960.
- Bjurlin, M. A., Matulewicz, R. S., Roberts, T. R., Dearing, B. A., Schatz, D., Sherman, S., Gordon, T., & Shahawy, O. E. (2021). Carcinogen Biomarkers in the Urine of Electronic Cigarette Users and Implications for the Development of Bladder Cancer: A Systematic Review. *European Urology Oncology*, 4(5), 766–783.
- Blanco-Ferreiro, A., Teijeiro, A., Varela-Lema, L., Rey-Brandariz, J., Candal-Pedreira, C., Martín-Gisbert, L., García, G., Galán, I., Fernández, E., Mourino, N., & Pérez-Ríos, M. (2024). Assessment of exposure to secondhand tobacco smoke in Spain: A scoping review. *Tobacco Induced Diseases*, 22.
- Bradicich, M., & Schuurmans, M. M. (2020). Smoking status and second-hand smoke biomarkers in COPD, asthma and healthy controls. *ERJ Open Research*, 6(2).
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019). Biomonitoring summary: NNAL (4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
- Choi, S., Kim, Y., Lee, J., Kashiwabara, M., & Oh, K. (2017). Tobacco Use Among Students Aged 13–15 Years in South Korea: The 2013 Global Youth Tobacco Survey. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 50(1), 60–65.
- Díez-Izquierdo, A., Cassanello-Peñarroya, P., Lidón-Moyano, C., Matilla-Santander, N., Balaguer, A.,

- & Martínez-Sánchez, J. M. (2018). Update on thirdhand smoke: A comprehensive systematic review. *Environmental Research*, 167, 341–371.
- Drovandi, A., Salem, S., Barker, D., Booth, D., & Kairuz, T. (2020). Human Biomarker Exposure From Cigarettes Versus Novel Heat-Not-Burn Devices: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(7), 1077–1085.
- Du, W., Chen, G., Gu, M., Deng, H., & Cho, W. G. (2024). Association between exposure to tobacco information through mass media, smoking households and secondhand smoke exposure in adolescents: Survey data from South Korea. *Tobacco Induced Diseases*, 22.
- Duc, T. Q., Anh, L. T. K., Chi, V. T. Q., Huong, N. T. T., & Quang, P. N. (2022). Second-Hand Smoking Prevalence in Vietnamese Population Aged 15 and older: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Substance Abuse*, 16, 11782218221086653.
- Fernández, E., Ballbè, M., Sureda, X., Fu, M., Saltó, E., & Martínez-Sánchez, J. M. (2015). Particulate Matter from Electronic Cigarettes and Conventional Cigarettes: a Systematic Review and Observational Study. *Current Environmental Health Reports*, 2(4), 423–429.
- Giongo, M. J. D. d. S., Carvalho, A. d. M., Silva, A. L. O. d., Cabral, L. M. d. S., & Chança, R. D. (2023). Impact of the use of heated tobacco products (HTP) on indoor air quality. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 33, e33SP103.
- Goniewicz, M. L., Havel, C. M., Peng, M. W., Jacob, P., 3rd, Dempsey, D., Yu, L., Zielinska-Danch, W., Koszowski, B., Czogala, J., Sobczak, A., & Benowitz, N. L. (2009). Elimination kinetics of the tobacco-specific biomarker and lung carcinogen 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 18(12), 3421–3425.
- Harris, C., & Heaton, K. (2025). In-Vehicle Tobacco Smoke Exposure: A Narrative Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(5).
- Haufroid, V., & Lison, D. (1998). Urinary cotinine as a tobacco-smoke exposure index: a minireview. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 71(3), 162–168.
- Heris, C. L., Chamberlain, C., Gubhaju, L., Thomas, D. P., & Eades, S. J. (2020). Factors Influencing Smoking Among Indigenous Adolescents Aged 10–24 Years Living in Australia, New Zealand, Canada, and the United States: A Systematic Review. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(11), 1946–1956.
- Homa, D. M., Neff, L. J., King, B. A., Caraballo, R. S., Bunnell, R. E., Babb, S. D., Garrett, B. E., Sosnoff, C. S., & Wang, L. (2015). Vital signs: disparities in nonsmokers' exposure to secondhand smoke--United States, 1999–2012. *The Morbidity and Mortality Weekly Report*, 64(4), 103–108.
- Hong, S., Son, Y., Lee, H., Kim, S., Kim, H. J., Jo, H., Park, J., Lee, K., Lee, H., Dragioti, E., Fond, G., Boyer, L., López Sánchez, G. F., Tully, M. A., Rahmati, M., Smith, L., Kim, S., Woo, S., &

- Yon, D. K. (2024). Global association of secondhand smoke exposure locations and smoking behaviour among adolescents in 99 countries. *Acta Paediatrica*, 113(9), 2048–2060.
- Hong, S. Y., Lim, M. K., Yun, E. H., Park, E. Y., Jeong, B. Y., Yang, W., & Lee, D. H. (2016). Scientific Evidence Supporting Policy Change: A Study on Secondhand Smoke Exposure in Non-smoking Areas of PC Rooms in Korea. *Cancer Research and Treatment*, 48(2), 834–837.
- Hwang, J., Chun, H. R., & Cheon, E. (2021). A qualitative study on the impact of COVID-19 on the behavior and attitudes of smokers and non-smokers in South Korea. *BMC Public Health*, 21(1), 1972.
- Hwang, J. H., & Park, S. W. (2016). Sex and Age Differences in Exposure to Secondhand Smoke at Home among Korean Adolescents: A Nationally Representative Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(2), 241.
- Jain, R. B. (2020). Estimates of cutoffs with specificities and sensitivities for urine cotinine and hydroxycotinine for US adults aged ≥ 20 years to classify smokers and nonsmokers. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(10), 10882–10887.
- Janjani, H., Nabizadeh, R., Kashani, H., Shamsipour, M., Aghaei, M., & Yunesian, M. (2021). Spatiotemporal variability of exposure to secondhand smoke in Iran during 2009–2020: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 46838–46851.
- Jeong, S. H., Jang, B. N., Kang, S. H., Joo, J. H., & Park, E. C. (2021). Association between parents' smoking status and tobacco exposure in school-age children: assessment using major urine biomarkers. *Scientific Reports*, 11(1), 4536.
- Joung, M. J., Han, M. A., Park, J., & Ryu, S. Y. (2016). Association between Family and Friend Smoking Status and Adolescent Smoking Behavior and E-Cigarette Use in Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(12).
- Jung, S., Lee, I. S., Kim, S. B., Moon, C. S., Jung, J. Y., Kang, Y. A., Park, M. S., Kim, Y. S., Kim, S. K., Chang, J., & Kim, E. Y. (2012). Urine Cotinine for Assessing Tobacco Smoke Exposure in Korean: Analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Tuberculosis and Respiratory Diseases (Seoul)*, 73(4), 210–218.
- Jung, S. Y., Kim, S., Lee, K., Kim, J. Y., Bae, W. K., Lee, K., Han, J. S., & Kim, S. (2015). Association between secondhand smoke exposure and blood lead and cadmium concentration in community dwelling women: the fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2010–2012). *BMJ Open*, 5(7), e008218.
- Kang, S. Y., Lim, M. K., & Cho, H. J. (2021). Trends in the Socioeconomic Inequalities Related to Second-Hand Smoke Exposure as Verified by Urine Cotinine Levels Among Nonsmoking Adults: Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2018. *Nicotine & Tobacco Research*, 23(9), 1518–1526.
- Kashani, H., Nakhjirgan, P., Hassanvand, M. S., Shamsipour, M., Yunesian, M., Farzadfar, F., Naddafi, K., & Mesdaghinia, A. (2021). Subnational exposure to secondhand smoke in Iran from 1990 to 2013: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(3), 2608–2625.

- Kim, B., Lee, Y., Kwon, Y. D., Kim, T. H., & Noh, J. W. (2020). Factors associated with indoor smoking at home by adults across Korea: a focus on socioeconomic status. *Epidemiology and Health*, 42, e2020067.
- Kim, H., Kang, H., Choi, J., & Cho, S. I. (2023). Trends in adolescent secondhand smoke exposure at home over 15 years in Korea: Inequality by parental education level. *Tobacco Induced Diseases*, 21, 88.
- Kim, H., Lee, K., An, J., & Won, S. (2017). Determination of secondhand smoke leakage from the smoking room of an Internet café. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 67(10), 1061–1065.
- Kim, J., Ban, H., Hwang, Y., Ha, K., & Lee, K. (2016). Impact of Partial and Comprehensive Smoke-Free Regulations on Indoor Air Quality in Bars. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(8).
- Kim, J., & Lee, K. (2016). Characterization of urinary cotinine in non-smoking residents in smoke-free homes in the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS). *BMC Public Health*, 16, 538.
- Kim, J., & Lee, K. (2020). Changes in urinary cotinine concentrations in non-smoking adults from the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) II (2012–2014) after implementation of partial smoke-free regulations. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 224, 113419.
- Kim, J., Lee, K., & Kim, K. (2017). Factors associated with secondhand smoke incursion into the homes of non-smoking residents in a multi-unit housing complex: a cross-sectional study in Seoul, Korea. *BMC Public Health*, 17(1), 739.
- Kim, J., Lee, K., Kwon, H. J., Lee, D. H., & Kim, K. (2016). Association between Secondhand Smoke in Hospitality Venues and Urinary 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol Concentrations in Non-Smoking Staff. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(11).
- Kim, J., Shim, I. K., Won, S. R., Ryu, J., Lee, J., & Chung, H. M. (2021). Characterization of urinary cotinine concentrations among non-smoking adults in smoking and smoke-free homes in the Korean national environmental health survey (KoNEHS) cycle 3 (2015–2017). *BMC Public Health*, 21(1), 1324.
- Kim, S. (2016). Overview of Cotinine Cutoff Values for Smoking Status Classification. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(12).
- Kim, S., & Jung, A. (2013). Optimum cutoff value of urinary cotinine distinguishing South Korean adult smokers from nonsmokers using data from the KNHANES (2008–2010). *Nicotine & Tobacco Research*, 15(9), 1608–1616.
- Kim, S., Park, J. S., Park, M., Kim, Y., Lim, S., & Lee, H. E. (2018). Female non-smokers' environmental tobacco smoking exposure by public transportation mode. *Annals of Occupational*

- and Environmental Medicine, 30, 24.
- Kim, S. W., Jung, S. W., Lee, J. G., Joo, J. H., Lee, J. H., & Lee, K. J. (2019). The exposure level of environmental harmful substances related to the secondhand smoke in Korean non-smoker adults: data from the second Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS 2012–2014): a cross-sectional study. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 31, e30.
- Kim, Y., & Kang, J. (2020). Association of urinary cotinine-verified smoking status with hyperuricemia: Analysis of population-based nationally representative data. *Tobacco Induced Diseases*, 18, 84.
- Kim, Y. H., & An, Y. J. (2020). Development of a standardized new cigarette smoke generating (SNCSG) system for the assessment of chemicals in the smoke of new cigarette types (heat-not-burn (HNB) tobacco and electronic cigarettes (E-Cigs)). *Environmental Research*, 185, 109413.
- Ko, K., Kwon, M. J., Yang, S. H., Moon, C. J., Lee, E. H., Woo, H. Y., & Park, H. (2016). Evaluation of Serum Cotinine Cut-Off to Distinguish Smokers From Nonsmokers in the Korean Population. *Annals of Laboratory Medicine*, 36(5), 427–433.
- Lee, H. S. (2022). Diagnostic Performance Evaluation of the Novel Index Combining Urinary Cotinine and 4-(Methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol in Smoking Status Verification and Usefulness for Trend Monitoring of Tobacco Smoking Exposure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19).
- Lee, H. S., Cho, J. H., Lee, Y. J., & Park, D. S. (2022). Effect of Second-Hand Smoke Exposure on Establishing Urinary Cotinine-Based Optimal Cut-Off Values for Smoking Status Classification in Korean Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13).
- Lee, H. S., Chun, M. R., & Lee, S. Y. (2023). Simultaneous Measurement and Distribution Analysis of Urinary Nicotine, Cotinine, Trans-3'-Hydroxycotinine, Nor nicotine, Anabasine, and Total Nicotine Equivalents in a Large Korean Population. *Molecules*, 28(23).
- Lee, J., & Hong, S. W. (2023). The Effects of Economic Deterioration Due to COVID-19 to Alcohol and Tobacco Consumption Behaviors of Adolescents in South Korea: A Nationwide Analysis. *Korean Journal of Health Promotion*, 23(1), 8–17.
- Lee, J. W., Yang, W., Kim, Y. S., Kim, Y., Yoo, H. S., & Kang, H. T. (2022). Exposure to Secondhand Smoke and a Tobacco-Specific Carcinogen in Non-Smokers. *Korean Journal of Family Medicine*, 43(2), 117–124.
- Lee, S. R., Lee, C. K., Im, H., Yang, W., Urm, S. H., Yu, S. D., Lee, J. H., Suh, C. H., Kim, K. H., Son, B. C., Kim, J. H., Kim, S. Y., Lee, S. W., & Lee, J. T. (2014). Secondhand smoke exposure and urine cotinine concentrations by occupation among Korean workers: results from the 2008 Korea National Survey for Environmental Pollutants in the Human Body. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(5), 314–325.
- Lee, W., Lee, S., Kim, J., Kim, J., Kim, Y. K., Kim, K., Won, J. U., Roh, J., & Yoon, J. H. (2017).

- Relationship Between Exposure to Second-Hand Smoke in the Workplace and Occupational Injury in the Republic of Korea. *Annals of Work Exposures and Health*, 62(1), 41-52.
- Lee, W., Lee, S., Roh, J., Won, J. U., & Yoon, J. H. (2017). The Association between Involuntary Smoking Exposure with Urine Cotinine Level and Blood Cadmium Level in General Non-Smoking Populations. *Journal of Korean Medical Science*, 32(4), 568-575.
- Lee, Y., & Lee, K. S. (2019). Factors Related to Smoking Status Among Young Adults: An Analysis of Younger and Older Young Adults in Korea. *J Prev Med Public Health*, 52(2), 92-100.
- Lim, S., Bassey, E., Bos, B., Makacha, L., Varaden, D., Arku, R. E., Baumgartner, J., Brauer, M., Ezzati, M., Kelly, F. J., & Barratt, B. (2022). Comparing human exposure to fine particulate matter in low and high-income countries: A systematic review of studies measuring personal PM(2.5) exposure. *Sci Total Environ*, 833, 155207.
- Moon, S. Y., Kim, T. W., Kim, Y. J., Kim, Y., Kim, S. Y., & Kang, D. (2019). Public Facility Utility and Third-Hand Smoking Exposure without First and Second-Hand Smoking According to Urinary Cotinine Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5).
- Mourino, N., Ravara, S., Candal-Pedreira, C., Rey-Brandariz, J., Varela-Lema, L., Ruano-Ravina, A., & Pérez-Ríos, M. (2024). Exposure to Second-Hand Tobacco Smoke in Portugal After the Implementation of the Smoking Ban: A Systematic Review. *Acta Médica Portuguesa*, 37(11), 767-777.
- Mourino, N., Ruano-Raviña, A., Varela Lema, L., Fernández, E., López, M. J., Santiago-Pérez, M. I., Rey-Brandariz, J., Giraldo-Osorio, A., & Pérez-Ríos, M. (2022). Serum cotinine cut-points for secondhand smoke exposure assessment in children under 5 years: A systemic review. *PLoS One*, 17(5), e0267319.
- National Center for Environmental Health (U.S.). Division of Laboratory Sciences. (2019). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals: updated tables, January 2019, Volume one.
- Park, D.-K., Kim, H.-W., Lee, S.-H., Park, J.-M., & Lee, S.-H. (2016). Trends in secondhand smoke exposure among nonsmokers in the Korean population: the 2008-2011 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean Journal of Family Practice*, 6(6), 568-576.
- Park, E. Y., Lim, M. K., Hong, S. Y., Oh, J. E., Jeong, B. Y., Yun, E. H., Yang, W., & Lee, D. H. (2018). Towards smoke-free cars in the Republic of Korea: Evidence from environmental and biochemical monitoring of third-hand smoke exposure in taxis. *Tobacco Induced Diseases*, 16, 11.
- Park, E. Y., Lim, M. K., Park, E., Kim, Y., Lee, D., & Oh, K. (2022). Optimum Urine Cotinine and NNAL Levels to Distinguish Smokers from Non-Smokers by the Changes in Tobacco Control Policy in Korea from 2008 to 2018. *Nicotine & Tobacco Research*, 24(11), 1821-1828.
- Park, E. Y., Yun, E. H., Lim, M. K., Lee, D. H., Yang, W., Jeong, B. Y., & Hwang, S. H. (2016). Consequences of Incomplete Smoke-Free Legislation in the Republic of Korea: Results from Environmental and Biochemical Monitoring: Community Based Study. *Cancer Research and Treatment*, 48(1), 376-383.

- Park, H., Cho, S. I., & Lee, C. (2019). Second hand smoke exposure in workplace by job status and occupations. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 31, 3.
- Park, M. B. (2020). Living with parents who smoke predicts levels of toxicant exposure in children. *Scientific Reports*, 10(1), 11173.
- Park, M. B. (2024). Comparison of secondhand smoking exposure between self-report and creatinine-corrected urine cotinine: Result from Korean NHANES 2009–2018. *Journal of the Formosan Medical Association*, 123(2), 218–227.
- Park, M. B., & Ranabhat, C. L. (2021). Effect of parental smoking on their children's urine cotinine level in Korea: A population-based study. *PLoS One*, 16(4), e0248013.
- Park, M. B., & Sim, B. (2022). Evaluation of Thirdhand Smoke Exposure after Short Visits to Public Facilities (Noraebang and Internet Cafés): A Prospective Cohort Study. *Toxics*, 10(6).
- Park, S., Lim, S., Kim, J., Lee, H., & June, K. J. (2017). Socioeconomic disparities in household secondhand smoke exposure among non-smoking adolescents in the Republic of Korea. *Global Public Health*, 12(9), 1104–1121.
- Park, S. J., Seo, Y. B., Lee, J., Kim, S. H., & Kim, C. H. (2022). Smoking Prevalence and Factors Associated with False Reporting in Korean Adolescents: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016–2020). *Korean Journal of Family Practice*, 12(5), 375–383.
- Rahmani, R., Nakhaee, S., Sharafi, K., Rezaei, Z., Mansouri, B., & Amirabadizadeh, A. (2024). Association of environmental tobacco smoke (ETS) with lead and cadmium concentrations in biological samples of children and women: systematic review and meta-analysis. *Reviews on Environmental Health*, 39(1), 13–25.
- Raoof, S. A., Agaku, I. T., & Vardavas, C. I. (2015). A systematic review of secondhand smoke exposure in a car: Attributable changes in atmospheric and biological markers. *Chronic Respiratory Disease*, 12(2), 120–131.
- Schick, S. F., Blount, B. C., Jacob, P. R., Saliba, N. A., Bernert, J. T., El Hellani, A., Jatlow, P., Pappas, R. S., Wang, L., Foulds, J., Ghosh, A., Hecht, S. S., Gomez, J. C., Martin, J. R., Mesaros, C., Srivastava, S., St Helen, G., Tarran, R., Lorkiewicz, P. K., . . . Bhatnagar, A. (2017). Biomarkers of exposure to new and emerging tobacco delivery products. *American Journal of Physiology – Lung Cellular and Molecular Physiology*, 313(3), L425–L452.
- Sim, B., & Park, M. B. (2021). Exposure to Secondhand Smoke: Inconsistency between Self-Response and Urine Cotinine Biomarker Based on Korean National Data during 2009–2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17).
- Simonavicius, E., McNeill, A., Shahab, L., & Brose, L. S. (2019). Heat-not-burn tobacco products: a systematic literature review. *Tobacco Control*, 28(5), 582–594.
- Soleimani, F., Dobaradaran, S., De-la-Torre, G. E., Schmidt, T. C., & Saeedi, R. (2022). Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: A comprehensive systematic review. *Science of the Total Environment*, 813, 152667.

- Sun, L. Y., Cheong, H. K., Lee, E. W., Kang, K. J., & Park, J. H. (2016). Affecting Factors of Secondhand Smoke Exposure in Korea: Focused on Different Exposure Locations. *Journal of Korean Medical Science*, 31(9), 1362–1372.
- Sun, L. Y., & Park, J. H. (2018). Second-hand smoke prevalence in 252 regions of South Korea in three exposure locations. *Japan Journal of Nursing Science*, 15(3), 210–217.
- Szumska, M., Mroczek, P., Tyrpień-Golder, K., Pastuszka, B., & Janoszka, B. (2024). Determination of Cotinine, 3'-Hydroxycotinine and Nicotine 1'-Oxide in Urine of Passive and Active Young Smokers by LC-Orbitrap-MS/MS Technique. *Molecules*, 29(15).
- Tong, M., Goodman, N., & Vardoulakis, S. (2024). Impact of secondhand smoke on air quality in partially enclosed outdoor hospitality venues: a review. *BMC Public Health*, 24(1), 1872.
- Torres, S., Merino, C., Paton, B., Correig, X., & Ramírez, N. (2018). Biomarkers of Exposure to Secondhand and Thirdhand Tobacco Smoke: Recent Advances and Future Perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12).
- Uematsu, T., Mizuno, A., Nagashima, S., Oshima, A., & Nakamura, M. (1995). The axial distribution of nicotine content along hair shaft as an indicator of changes in smoking behaviour: evaluation in a smoking-cessation programme with or without the aid of nicotine chewing gum. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 39(6), 665–669.
- Wogayehu, B., Demissie, T., Alemayehu, M., Wolka, E., & Daka, K. (2024). Magnitude and risk factors of khat, alcohol and cigarettes use among pregnant women in Africa: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pregnancy Childbirth*, 24(1), 795.
- Yan, Y. Y., Ye, F., Ho, M. H., Yeung, K. C. Y., & Lee, J. J. (2024). Biomarkers of Waterpipe Tobacco Smoke Exposure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nicotine & Tobacco Research*, 26(6), 655–662.
- Yang, J., Hashemi, S., Han, W., Song, Y., & Lim, Y. (2022). Exposure and Risk Assessment of Second- and Third-Hand Tobacco Smoke Using Urinary Cotinine Levels in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6).
- You, H. S., Lee, J. W., Kim, Y. S., Kim, Y., Lee, H. C., Hwang, J. Y., Yang, W., & Kang, H. T. (2021). Association between Second-hand Smoke Exposure and Urinary NNAL Level in Korean Adolescents. *Journal of Korean Medical Science*, 36(13), e82.
- Yuan, J. M., Butler, L. M., Stepanov, I., Hecht, S. S., & Gao, Y.-T. (2014). Urinary tobacco smoke-constituent biomarkers for assessing risk of lung cancer. *Cancer Research*, 74(2), 401–411.
- Zeng, J., Yang, S., Wu, L., Wang, J., Wang, Y., Liu, M., Zhang, D., Jiang, B., & He, Y. (2016). Prevalence of passive smoking in the community population aged 15 years and older in China: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 6(4), e009847.
- Zhang, L., Hsia, J., Tu, X., Xia, Y., Zhang, L., Bi, Z., Liu, H., Li, X., & Stanton, B. (2015). Exposure to secondhand tobacco smoke and interventions among pregnant women in China: a systematic review. *Preventing Chronic Disease*, 12, E35.

- Zhao, D., Aravindakshan, A., Hilpert, M., Olmedo, P., Rule, A. M., Navas-Acien, A., & Aherrera, A. (2020). Metal/Metalloid Levels in Electronic Cigarette Liquids, Aerosols, and Human Biosamples: A Systematic Review. *Environmental Health Perspectives*, 128(3), 36001.
- 곽수영, 이기영, 김성렬, 김성천, 양원호, & 하권철. (2015). 금연정책 시행이 전국 PC 방의 간접흡연에 미치는 영향. *한국환경보건학회지*, 41(1), 11-16.
- 김누리, 하지원, 김규남, 이선영, 김중우, & 백정기. (2020). 비흡연자에서 요 중 코티닌 농도를 이용한 간접흡연의 변화: 9 개년 (2008-2011년, 2014-2018년) 국민건강영양조사를 이용하여. *Korean Journal of Family Practice*, 10(5), 378-385.
- 김민경, & 김재희. (2020). 한국 해기사의 흡연 및 간접흡연 실태와 흡연에 대한 지식, 태도 및 금연의도. *Journal of Digital Convergence*, 18(9).
- 김은경, 추진아, & 최은숙. (2015). 암 환자의 성별 간접흡연 노출 관련요인. *Korean Journal of Health Promotion*, 15(4), 225-234.
- 김하나, 이유정, 박종성, & 조성일. (2021). 청소년의 장소별 간접흡연 노출 경험과 관련 요인 분석: 제 15 차 (2019) 청소년건강행태온라인조사를 활용하여. *대한보건연구*, 47(2), 149-166.
- 남지웅, 장국영, 김기현, 김청년, 송지수, 노진원, & 유기봉. (2023). 연도별 흡연율 및 간접흡연율 추이 분석: 2015-2020. *보건행정학회지*, 33(1), 85-106.
- 박민희. (2022). 매일 흡연 청소년의 특성. *Journal of The Korean Data Analysis Society (JKDAS)*, 24(6), 2343-2354.
- 이원영, 이준복, 최유리, 오석률, 이만호, 어수미, 차성일, 강신재, & 이윤상. (2017). 흡연부스 내 담배 연기의 먼지와 VOCs 배출특성. *한국도시환경학회지*, 17(3), 291-298.
- 조영환, 김형용, 이점규, & 김승현. (2021). 담배유형별 흡연자의 호기 내 성분분석 조사 시범연구. *대한금연학회지*, 12(1), 24-33.
- 주영희, 강민정, & 임소희. (2018). 경상북도 일지역 초등학교 고학년의 흡연경험에 영향을 미치는 요인. *예술인문사회 융합 멀티미디어 논문지*, 8(11), 289-296.

제4장

간접흡연 위해 평가 (1) 암, 심뇌혈관, 호흡기질환

I. 개요

II. 암

III. 심뇌혈관질환

IV. 호흡기질환

V. 소결

I 개요

한림대학교 의과대학 백유진

간접흡연(Secondhand smoke, SHS)은 지난 수십 년간 전 세계적으로 중요한 공중보건 문제로 자리 잡아 왔다. 직접흡연으로 인한 건강위해뿐 아니라, 간접적 피해에 대한 과학적 근거가 국내외 연구를 통해 꾸준히 축적되어 왔다. 특히 2006년 및 2014년 미국 보건의료총감보고서(Surgeon General's Report)는 간접흡연의 건강영향에 대한 근거 수준을 종합적으로 제시하며 학문적·정책적 전환점을 마련하였다(U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 2006; 2014).

그중에서도 암, 심혈관질환, 호흡기질환은 주요 건강결과로서 간접흡연의 위해성이 가장 뚜렷하게 확인된 영역이다.

첫째, 암 발생과 관련해서 간접흡연은 평생 비흡연자의 폐암 위험을 높인다는 충분한 근거가 확립되었으며, 이는 노출 장소와 관계없이 모든 간접흡연에 적용된다. 반면 유방암과 비강암에 대해서는 시사적(suggestive) 근거가 보고되었고, 비인두암 및 자궁경부암을 포함한 기타 암종에 대해서는 증거가 불충분하다고 평가되었다.

둘째, 심뇌혈관질환과 관련해서 간접흡연은 뇌졸중 위험 증가 및 관상동맥질환의 이환율과 사망률을 높인다는 충분한 근거가 존재하며, 이는 남성과 여성 모두에게 해당된다. 다만, 혈관 아형 질환(예: 경동맥 벽 비후)과 관련해서는 일부 시사적 증거가 있으나 죽상경화증을 직접 유발한다고 결론을 내리기에는 근거가 부족하였다.

셋째, 호흡기질환 영역에서는 아동의 경우 부모의 흡연은 천식 발병, 호흡기증상(기침, 가래, 천명, 호흡곤란), 급성·재발성 중이염 및 만성 삼출성 중이염과의 인과관계에 대해 충분한 근거를 제공한다고 하였다. 그러나 성인기 천식 발병, 천식 환자의 급성 증상(기침, 천명, 흉부 압박감, 호흡곤란), 만성폐쇄성폐질환 위험 등에 대해 시사적 근거가 보고되었으나, 인과관계 추론에는 불충분한 것으로 평가되었다.

이와 같이 암, 심뇌혈관질환, 호흡기질환은 간접흡연의 위해성이 가장 확립된 영역으로 평가된다. 근거 수준이 높을 뿐 아니라, 다양한 연령과 성별, 노출 환경에 걸쳐 일관되게 확인된다는 점에서 간접흡연 규제와 정책 개입의 핵심적 근거를 제공한다.

이에 본 보고서는 2014년 미국 보건의료총감보고서 이후 발표된 국외 체계적 문헌고찰과 국내 연구 성과를 종합하여, 간접흡연의 건강영향에 대한 최신 과학적 근거를 고찰하고자 한다. 이를 위해 총 95편의 국외 체계적 문헌고찰 연구와 총 25편의 국내 원저를 종합적으로 분석하였다.

II

암

1 전체 암

가. 개요

암은 인체의 세포가 정상적인 성장과 분열 조절을 상실하여 무제한적으로 증식하고, 주변 조직을 침범하거나 다른 부위로 전이되는 질환군을 통칭한다(National Cancer Institute [NCI], 2025a). 암은 전 세계적으로 사망 원인 중 상위를 차지하는 질환으로(Jemal et al., 2008), 세계보건기구에 따르면 2022년 현재 약 9백 7십만 명이 암으로 사망한다(World Health Organization [WHO], 2024a). 흡연, 음주, 비만, 식습관, 운동 부족과 같은 생활습관 요인이 주요 위험인자로 지목되고 있다(WHO, 2025a).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2016년에 Lee 등이 간접흡연과 폐암·유방암 외 암 발생 간의 연관성에 대해 비흡연 성인을 대상으로 한 87편의 역학연구(환자-대조군 연구 60편, 코호트 연구 25편, 단면연구 2편)를 검토하여 발표한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서, 자궁경부암의 상대위험도(Relative Risk, RR)는 1.29(95% CI 1.29-1.93)였고 신장암(95% CI 1.04-1.70)과의 연관성은 일부 관찰되었으며, 비강암에서는 2002년 이후 새로운 연구는 없고 이전 자료에서 인과 가능성이 제기된 경우였으나 대규모 코호트 연구에서는 유의한 관련성을 찾을 수 없었다. 그 외 대부분 암에서는 유의미한 연관성이 없었으며, 전체 암에 대한 연관성(RR=1.13, 95% CI 1.03-1.35)은 이질성이 커 해석이 어렵다고 하였다(Lee et al., 2016).

2018년 Kim 등이 비흡연자의 간접흡연 노출과 전체 암 발생과의 연관성을 최초로 평가한 메타분석 연구를 수행하였다(검색시점 2014년 6월). 총 40편의 연구가 포함되었으며, 이 중 27편은 환자-대조군 연구, 13편은 전향적 코호트 연구였다. 간접흡연에 노출된 비흡연자의 전체 암 위험은 교차비 1.16(95% CI 1.06-1.28)으로, 특히 여성에서(OR=1.25, 95% CI 1.14-1.37), 그리고 암종으로는 폐암(OR=1.25, 95% CI 1.03-1.51)과 유방암(OR=1.24, 95% CI 1.10-1.39)에서 간접흡연 관련 위험이 높게 분석되었다. 전체적으로 간접흡연에 노출된 비흡연자의 전체 암 위험이 약 16-22% 더 높은 것으로 나타났다(Kim et al., 2018).

한편, 2023년에 Wang 등이 중국 인구를 대상으로 간접흡연 노출과 23개 질병군 간의 연관성을 분석한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구를 보고하였다(검색시점 2021년 6월). 총 53편의 연구가 포함되었으며, 이 중 5편은 코호트 연구였다. 분석 결과, 간접흡연 노출은 전체 암(OR=1.79, 95% CI 1.56-2.05), 폐암(OR=1.92, 95% CI 1.42-2.59), 유방암(OR=1.57, 95% CI 1.40-1.76), 방광암(OR=1.52, 95% CI 1.12-2.05), 간암(OR=1.37, 95% CI 1.08-1.73) 등 다수의 암 발생 위험 증가와 유의하게 연관된 것으로 나타났다(Wang et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

전체 암과 간접흡연의 영향을 본 국내 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연과 전체 암 발생에 대한 체계적 문헌고찰 연구는 총 3편이었으며, 초기 연구는 대규모 코호트 연구에서 뚜렷한 연관이 없었으며, 근거는 불충분하며, 결론이 불확실하였다. 이에 비해 최근 연구일수록 간접흡연에 따른 전체 암 발생의 연관성이 강해지는 것으로 나타났다. 서구에 비해 간접흡연 노출이 일상화되어 있는 중국 인구에서 이런 현상이 두드러지는 것으로 보인다.

2 폐암

가. 개요

폐암은 전 세계적으로 가장 흔한 암 중 하나이자 암 사망률 1위를 차지하는 질환이며 2020년에 약 1.8백만 명이 폐암으로 사망하였다(Siegel et al., 2020). 폐의 기관지 상피세포나 폐포 세포에서 비정상적인 세포 증식이 발생하면서 시작되며, 주변 조직을 침범하거나 원격 전이로 확산한다. 폐암은 크게 비소세포폐암(non-small cell lung cancer, NSCLC)과 소세포폐암(small cell lung cancer, SCLC)으로 나뉜다. 비소세포폐암은 전체 폐암의 약 80-85%를 차지하며, 선암(adenocarcinoma), 편평상피세포암(squamous cell carcinoma), 대세포암(large cell carcinoma) 등이 포함된다(Herbst et al., 2018). 반면 소세포폐암은 약 15-20%를 차지하며, 성장 속도가 매우 빠르고 조기 전이가 흔하다(Herbst et al., 2018).

폐암의 가장 중요한 위험인자는 흡연이다(WHO, 2023a). 전체 폐암 환자의 약 85-90%가 흡연과 관련이 있으며, 담배연기 속 발암물질은 DNA 손상과 유전자 변이를 유발해 종양 형성을 촉진한다(WHO, 2023a). 이외에도 간접흡연, 대기오염, 석면·라돈 노출, 직업적 발암물질, 그리고 유전적 소인 등이 폐암 발생 위험을 높인다(USDHHS, 2014; WHO, 2023a).

나. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2016년 Hori 등은 비흡연 일본 성인을 대상으로 코호트 연구 4개와 환자-대조군 연구 5개가 포함된 간접흡연 노출과 폐암 발생 위험에 대한 메타분석을 시행하였다. 성인기의 가정 내 간접흡연 노출에 대한 통합 상대위험도는 1.28(95% CI 1.10-1.48)로 유의미한 위험 증가를 보였으며, 코호트 연구(RR=1.32, 95% CI 1.03-1.69), 환자-대조군 연구(OR=1.28, 95% CI 1.01-1.61) 모두 유의하였으며, 출판 비뮴림은 거의 없었고 하위 분석에서도 결과가 일관되었다고 보고하였다(Hori et al., 2016).

2016년 Jayes 등은 간접흡연과 호흡기 건강의 관련성에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석(1985-2013년 종적 연구, 코호트, 환자-대조군 연구 포함)을 시도하였다. 폐암에 대해서는 비흡연 성인 대상 연구 총 15편이

분석에 포함되었다. 폐암의 상대위험도는 1.41(95% CI 1.21–1.65, $I^2=0\%$, 13편)로 주로 남편의 흡연에 노출된 여성 비흡연자에서 높은 것으로 나타났다(Jayes et al., 2016).

2018년, Sheng 등이 9편의 환자-대조군 연구의 메타분석 결과를 발표하였다. 총 13,004명의 환자, 11,199명의 대조군이 포함되었으며, 교차비는 1.64(95% CI 1.34–2.01)로 간접흡연 노출 시 폐암 위험 상승과 관련이 있음을 보고하였다. 남녀 모두, 그리고 직장 내 노출과 가정 내 노출에서 큰 차이가 없이 유의미한 위험도 상승이 관찰되었다(Sheng et al., 2018).

2018년 Ni 등은 1997–2017년까지의 연구를 대상으로 간접흡연과 비흡연 여성의 폐암 발생 위험과의 연관성을 분석하였다. 코호트 연구 11편과 환자-대조군 연구 30편이 분석에 포함되었다. 26편은 아시아인, 8편은 유럽인, 7편은 북미인이 포함되었다. 코호트 연구의 상대위험도는 1.17(95% CI 0.94–1.44)로 유의하지 않았으며 환자-대조군 연구의 교차비는 1.35(95% CI 1.17–1.56)로 유의하였으며, 전체 통합 교차비는 1.33(95% CI 1.17–1.51)으로 나타났다(Ni et al., 2018).

2020년 Du 등은 중국 내 환자-대조군 연구 31편, 환자 9,614명을 포함한 메타분석을 시행하였다. 그 결과 여성의 경우 가정 내 노출의 폐암 발생 위험은 교차비 1.42(95% CI 1.21–1.67), 인구기여분율 19.5%로 추정되었다. 직장 내 간접흡연 노출 역시 폐암 위험 증가와 연관되어 있었으며(OR=1.58, 95% CI 1.33–1.88), 인구기여분율은 7.2%로 산출되었다. 가정 및 직장 내 간접흡연 노출을 통합한 교차비는 1.50(95% CI 1.35–1.67)로 나타났다. 반면, 남성의 경우 간접흡연 노출에 따른 인구기여분율은 유의하지 않았다(Du et al., 2020).

한편, 2024년 Possenti 등이 97편의 원저를 메타분석한 결과를 발표하였다. 코호트 연구 19편과 환자-대조군 연구 78편이 포함되었다. 코호트 연구(RR=1.22, 95% CI 1.10–1.36), 환자-대조군 연구(OR=1.24, 95% CI 1.15–1.34) 모두 유의한 결과를 보였으며, 전반적인 간접흡연 노출과 폐암 위험의 통합 상대위험도는 1.24(95% CI 1.16–1.32)로 분석되었다. 가정 내 노출(RR=1.20, 95% CI 1.12–1.28), 직장 내 노출(RR=1.38, 95% CI 1.28–1.62) 모두 유사한 정도의 위험도를 보였고, 용량-반응(dose-response) 관계도 관찰되어 폐암 위험은 간접흡연 노출의 기간, 강도(intensity), 갑년(pack-years)에 따라 유의하게 증가하는 패턴을 보였다. 또한 성별 등 하위그룹 분석 결과에서도 성별에 따른 유의한 차이는 발견되지 않았고, 남성과 여성 모두 유사한 위험 증가가 관찰되었다(Possenti et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연의 비흡연자에서의 폐암 발생에 대한 국내 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

총 6편의 체계적 문헌고찰이 검색되었으며, 이들의 연구를 종합해 볼 때, 간접흡연은 비흡연자의 폐암 발생 위험을 높이며 그 근거는 충분하다고 판단된다.

3 유방암

가. 개요

유방암은 전 세계 여성에서 가장 흔히 진단되는 암이자 여성 암 사망 원인 중 상위를 차지하는 질환이다(Siegel et al., 2020). 전 세계적으로 2022년 한 해 67만 명이 유방암으로 인해 사망하였다(WHO, n.d). 유방암은 유방 조직의 상피세포가 비정상적으로 증식하여 발생하며, 주로 유관(duct)이나 소엽(lobule)에서 시작된다(WHO, n.d.). 초기에는 유방에 국한되어 있으나, 진행되면 림프절 및 원격 장기로 전이될 수 있다(WHO, n.d.).

유방암의 주요 위험요인에는 여성 성별, 고령, 가족력 및 유전적 변이, 조기 초경 및 늦은 폐경, 호르몬 치료, 출산 경험의 부족, 음주, 비만, 신체활동 부족 등이 포함되며, 유전적 요인과 생활습관 요인이 복합적으로 작용하여 발병 위험을 높인다(WHO, n.d.).

나. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2015년 Chen 등은 중국 여성에서 간접흡연 노출과 유방암의 발생 위험에 대한 메타분석 결과를 발표하였다. 총 8편의 환자-대조군 연구를 메타분석한 결과, 간접흡연에 노출된 여성의 유방암 위험도는 1.67(95% CI 1.27-2.21)로 나타났다. 설계별 하위 분석에서도 짝지은 환자-대조군 연구(matched case-control study)에서 교차비 1.98(95% CI 1.63-2.42), 군집 설계 연구에서 교차비는 1.60(95% CI 1.08-2.37)으로 유의한 연관성을 보였다(Chen et al., 2015).

2015년 Macacu 등은 간접흡연 노출과 유방암의 발생 위험에 대한 메타분석을 발표하였다. 이 연구는 비흡연 간접흡연 노출에 대한 전향적 코호트 문헌 11편과 환자-대조군 연구 20편을 대상으로 하였다. 그 주요 결과는 전향적 코호트의 경우 요약 상대위험도(Summary Relative Risk, SRR)는 1.10(95% CI 1.09-1.12), 이질성은 거의 없었으며($I^2=0\%$), 환자-대조군 연구의 경우 통합 상대위험도 1.30(95% CI 1.10-1.54), $I^2=74\%$ (높은 이질성)이었다. 이 연구진들은 직접흡연과 유방암의 연관성을 다시 한번 확인한 동시에 간접흡연도 유방암 위험을 증가시키는 요인으로 판단된다고 하였다(Macacu et al., 2015).

한편, Lee and Hamling(2016)은 비흡연 여성에서 간접흡연 노출과 유방암 발생 위험에 대한 메타분석 결과를 2006년 리뷰(22편 연구) 이후 업데이트 형식으로 발표하였다. 이 업데이트 연구는 47편의 연구를 포함하였다. 그 결과 배우자가 평생 흡연한 경우의 상대위험도는 1.15(95% CI 1.07-1.23)로 약한 연관성이 관찰되었다. 하지만 8편의 전향적 코호트 연구만 분석했을 때, 상대위험도는 1.00(95% CI 0.96-1.05)으로 유의하지 않았고, 폐경 전 여성에서는 유의한 증가를 관찰하였다($RR=1.36$, 95% CI 1.15-1.60). 평생 전체 노출의 경우 상대위험도는 1.22(95% CI 1.09-1.37)였다. 직장에서의 노출과 어린 시절 노출은 유방암 발생 위험과 관련이 없었다. 저자들은 환자-대조군 연구 수가 많아서 비뚤림 결과가 있을 수 있다고 하였으며, 회상 비뚤림과 출판 비뚤림의 가능성도 제기하였다(Lee & Hamling, 2016).

2021년 Arafat 등이 팔레스타인 여성을 대상으로 7편의 짝지은 환자-대조군 연구를 최종 분석에 포함시켜 간접흡연과 유방암의 관련성을 보았다. 간접흡연 교차비는 1.50(95% CI 1.12-2.02)으로 분석되었다(Arafat et al., 2021).

2022년 Khoramdad 등이 이란 여성을 대상으로 한 연구 24개의 짝지은 환자-대조군 연구를 포함하여 메타분석한 결과를 발표하였다. 유방암 진단 사례는 5,675명, 대조군은 6,785명이었다. 조절가능한 유방암 주요 인자 중 간접흡연은 교차비 1.86(95% CI 1.58-2.19, $I^2=0$)으로 유의한 연관성이 있었다(Khoramdad et al., 2022)

2024년 Possenti 등이 환자-대조군 연구와 코호트 연구 총 63편의 연구를 포함하여 메타분석을 시행하였다(검색시점 2022년 10월). 유방암 위험성은 간접흡연에 40년 이상 노출된 경우 높았고(RR=1.29, 95% CI 1.04-1.59), 노출량이 하루 20개비 이상으로 많을수록(RR=1.38, 95% CI 1.14-1.67), 갑년으로는 40갑년 이상 간접흡연에 노출될수록(RR=1.50, 95% CI 0.92-2.45) 높게 나타나 용량-반응 관계가 있다고 하였다. 환자-대조군 연구의 교차비는 1.35(95% CI 1.23-1.48), 코호트 연구의 상대위험도는 1.06(95% CI 1.01-1.11)으로 코호트 연구는 유의하긴 하나 상대적으로 낮은 위험도가 계산되었다. 또한 회상 비뚤림이나 출판 비뚤림의 가능성에 대한 고려가 필요하다고 하였다(Possenti et al., 2024).

한편, 2024년 Ang 등이 아시아 여성을 대상으로 유방암 관련 요인에 대한 메타분석을 시행한 결과, 간접흡연 요인이 유방암 관련성에 포함되었다. 총 103편이 메타분석에 포함되었는데, 30편이 전향적 코호트 연구, 3편이 코호트 내 환자-대조군 연구(nested case-control study)였다. 아시아 여성의 수정 가능한 유방암 관련 요인 중 간접흡연이 24% 가량으로 가장 큰 요인인 것으로 분석되었다. 이는 유럽 여성의 경우 알코올(21%)인 것과 비교하여 훨씬 간접흡연의 영향이 큰 것을 의미한다(Ang et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연과 유방암 발생 위험성에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

7편의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연이 유방암 발생에 미치는 영향을 보고하였는데, 환자-대조군 연구를 포함한 분석에서는 유의한 결과를 보였으나, 코호트 연구만을 분석해 보면 연관성은 미약하거나 없는 것으로 보고되고 있다. 따라서 간접흡연이 유방암 발생 위험을 증가시킨다는 근거는 가능성이 있으나 약한 연관성을 시사하는 것으로 보인다. 하지만 아시아 여성에서는 서구와 달리 간접흡연의 유방암 기여요인이 큰 것으로 나타나 주의가 필요하다.

4 두경부암/구강암

가. 개요

두경부암은 구강, 인두, 후두, 비강 및 부비동, 침샘 등 두경부 영역에서 발생하는 악성종양을 통칭한다. 대부분은 상피세포에서 발생하는 편평상피세포암이며, 발생 위치에 따라 구강암, 인두암, 후두암 등으로 세분된다(Marur & Forastiere, 2016). 주요 위험요인은 흡연과 음주이며, 최근에는 인유두종바이러스(Human papillomavirus, HPV)가 구인두암 발생의 중요한 원인으로 주목받고 있다(WHO, 2025a). 그 외에도 구강 위생 불량, 직업적 발암물질 노출, 방사선 노출 등이 위험을 높인다(WHO, 2025a).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2022년 Mariano 등은 총 5편의 환자-대조군 연구를 메타분석하였다. 구강암에 대한 간접흡연 노출의 교차비는 1.51(95% CI 1.20-1.91)로 나타났다. 10년 또는 15년 이상 장기 노출군의 교차비는 2.07(95% CI 1.54-2.79)로 훨씬 높은 연관 위험이 관찰되었다(Mariano et al., 2022).

2025년 Xu 등은 두경부암에 대한 환자-대조군 연구 17편을 포함한 메타분석을 시행하였다. 전체 두경부암(head and neck cancer) 교차비는 1.70(95% CI 1.27-2.28)이었고, 암의 아형별로는 구강암(oral cancer) 교차비는 1.85(95% CI 1.07-3.17), 인두암(oropharyngeal cancer)의 교차비는 2.78(95% CI 1.29-5.98), 후두암(laryngeal cancer)의 교차비는 1.60(95% CI 1.24-2.06), 하인두암(hypopharyngeal cancer)의 교차비는 2.60(95% CI 1.45-4.66)이었고, 비인두암(nasopharyngeal carcinoma)에서는 통계적으로 유의한 연관성이 관찰되지 않았다(OR=1.14, 95% CI 0.78-1.66)(Xu et al., 2025).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연과 두경부암/구강암의 발생 위험에 대한 한국인 대상 연구 사례는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 두경부암/구강암 발생 위험에 대해 2편의 체계적 문헌고찰 연구가 확인되었고, 일관되게 두경부암과 구강암의 위험도 상승과 연관된 것으로 분석되었다. 일관적인 결과를 보고하고 있는 것으로 보아 근거는 충분한 것으로 판단된다.

5 신장암/방광암

가. 개요

신장암과 방광암은 비뇨기계에서 흔히 발생하는 대표적인 악성종양이다. 신장암은 성인에서 발생하는 원발성 신장 종양 중 가장 흔한 형태가 신세포암(renal cell carcinoma, RCC)이며(Capitanio & Montorsi, 2016), 방광암은 대부분 방광 상피세포에서 기원하는 요로상피암(urothelial carcinoma)이다. 두 암 모두 발병 위험요인으로 흡연이 가장 중요한 역할을 하며, 그 외에도 환경적·직업적 노출, 만성 염증, 유전적 소인 등이 관련된다(American Cancer Society [ACS], 2024; NCI, 2025b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2016년 Cumberbatch 등은 담배연기와 방광, 신장 발암성의 연관성에 대한 총 107편의 연구가 포함된 메타분석을 시행하였다. 이 중 방광암 관련 논문은 83편, 신세포암 관련 24편이 포함되었다. 전체 흡연자(과거 흡연자, 현재 흡연자 포함)는 방광암 발병 위험이 2.58배(95% CI 2.37–2.80), 신세포암은 1.31배(95% CI 1.22–1.40) 높았으며, 금연자는 현재 흡연자보다 상대적으로 낮은 위험을 보였다. 간접흡연도 방광암 위험(RR=1.40, 95% CI 1.04–1.88, $I^2=54.0\%$)과 관련 있다고 보고하였다. 신세포암에 대한 자료는 없다고 하였다. 하지만 간접흡연에 대한 정확한 내용은 보고하지 않았다(Cumberbatch et al., 2016)

한편, 2018년 van Osch 등은 11편의 연구를 메타분석하였다. 이 중 코호트 연구는 3편이 포함되었다. 그 결과, 소아기의 가정 내 간접흡연 노출과 성인기의 가정 혹은 직장 내 간접흡연 노출 모두 요로상피성 방광암 위험 증가와 유의한 관련이 없었다(OR=1.00, 95% CI 0.89–1.10)고 보고하였다. 저자들은 간접흡연 노출량과 기간에 대한 정확한 측정이 어려웠다는 점을 한계로 지적하였다(van Osch FHM et al., 2018).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연 노출과 신장암/방광암 발병 위험에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

총 2편의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연 노출과 방광암 발생 위험에 대해 일치되지 않는 결과가 확인되었다. 따라서, 간접흡연 노출이 방광암 발생 위험을 증가시킨다는 근거는 현재 불충분하다고 판단된다. 신장암의 경우 자료가 없어 판단이 어렵다.

6 자궁경부암

가. 개요

자궁경부암은 여성 생식기에 발생하는 대표적인 암으로, 전 세계 여성 암 발생률에서 상위를 차지한다(Arbyn et al., 2020). 가장 중요한 원인은 인유두종바이러스 감염으로, 특히 HPV-16과 HPV-18 유형은 전체 자궁경부암의 약 70% 이상을 차지하는 것으로 알려져 있으며, 흡연, 다산, 장기간의 경구피임약 사용, 면역저하 상태 등이 위험요인으로 작용한다(WHO, 2024b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2018년 Su 등이 총 14편의 관찰연구($n=384,995$)를 포함한 메타분석 결과를 발표하였다. 간접흡연 노출 시 여성의 자궁경부암 발생 위험은 1.70(95% CI 1.40–2.07)으로 유의한 연관성을 보였으며, 코호트 연구($OR=1.37$, 95% CI 1.16–1.62, $I^2=0\%$, 유의한 이질성 없음)와 환자-대조군 연구($OR=2.09$, 95% CI 1.52–2.89, $I^2=76.6\%$, 높은 이질성) 모두에서 일관된 증가 경향을 관찰되었다. 민감도 분석에서 개별 연구를 하나씩 제외하더라도 교차비는 1.61–1.77 범위로 유지되어 결과의 안정성이 확인되었다. 퍼널 도표(Funnel plot)와 에거 검정(Egger's test)에서 출판 편향 가능성이 제기되었으나(Egger's test $p=0.011$), 트림-앤-필 방법(trim-and-fill method)을 적용한 보정 분석에서도 교차비 1.33(95% CI 1.21–1.47)으로 산출되어 여전히 통계적으로 유의한 연관성이 유지되었다(Su B et al., 2018).

2023년 Malevolti 등은 간접흡연 노출과 자궁경부암 발생의 연관성을 평가하기 위해 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 시행하였다. 최종 분석에는 총 21편의 연구가 포함되었으며, 이 중 코호트 자료 7편과 환자-대조군 연구 14편이었다. 분석 결과, 자궁상피내종양(Cervical Intraepithelial Neoplasia, CIN) 2등급 이상(CIN2+)의 상대위험도는 1.52(95% CI 1.30–1.78, 21편 연구)로 유의하게 증가하였고, 침윤성 자궁경부암(Invasive cervical cancer)의 상대위험도 역시 1.42(95% CI 1.17–1.71, 13편 연구)로 나타났다. 또한 자궁상피내종양 전체 분석에서도 상대위험도는 1.50(95% CI 1.22–1.84, 6편 연구)로 유의한 연관성이 확인되었다. 간접흡연 노출 강도 및 누적량(갑년)에 따른 자궁상피내종양 2등급 이상의 발생 위험은 선형적으로 증가하였다. 다만, 침윤성 자궁경부암을 연구 설계별로 구분한 분석에서는 코호트 연구의 상대위험도가 1.11(95% CI 0.99–1.25)로 경계 수준에 머물렀다(Malevolti et al., 2023).

다. 한국인 대상 연구

Kim 등(2021) 연구에서 국민건강영양조사(2010–2018) 자료를 활용하여 성인 여성 29,557명을 대상으로 간접흡연 노출과 자궁경부암의 관련성을 분석하였다. 자궁경부암 진단자는 262명(0.89%)이었으며, 가정 내 간접흡연에 노출된 경우 자궁경부암 위험이 1.55배(95% CI 1.04–2.30) 증가하는 것으로 나타났다(Kim et al., 2021).

라. 종합

이상의 연구 결과들인 2편의 체계적 문헌고찰 연구와 1편의 국내 관찰연구에서 간접흡연 노출이 자궁경부암의 발생 위험과 관련이 있음을 강력하게 시사한다.

7 대장직장암

가. 개요

대장직장암은 대장과 직장에서 발생하는 악성종양으로, 전 세계적으로 흔한 암 중 하나이며 암 관련 사망 원인에서도 높은 비중을 차지한다(Siegel et al., 2020). 주요 위험요인으로는 고령, 가족력이나 유전성 증후군(예: Lynch 증후군, 가족성 선종성 용종증), 염증성 장질환(예: 궤양성 대장염, 크론병) 등이 있으며, 생활습관 요인으로는 붉은 고기와 가공육의 과다 섭취, 섬유소 섭취 부족, 비만, 음주, 흡연, 운동 부족 등이 있다(WHO, 2023b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2016년 Yang 등은 간접흡연과 대장직장암의 발생 위험성을 평가한 메타분석 결과를 발표하였다. 분석에는 환자-대조군 연구 6편과 코호트 연구 5편이 포함되었으며, 대상자는 약 42만 명이였다. 분석 결과, 간접흡연은 전체 대장직장암 발생 위험과 유의하게 연관되었으나($RR=1.14$, 95% CI 1.05–1.24), 결장암에서는 유의하지 않았고, 직장암에서 관련성이 높았다($RR=1.33$, 95% CI 1.15–1.53). 남성 간접흡연자에서 높은 위험($RR=1.73$, 95% CI 1.37–2.19)이 관찰된 반면, 여성에서는 관련성이 없었다($RR=1.03$, 95% CI 0.92–1.14). 연구 설계별로는 환자-대조군 연구에서 유의한 연관성을 보였으나($RR=1.30$, 95% CI 1.15–1.48), 코호트 연구에서는 유의하지 않았다($RR=1.03$, 95% CI 0.92–1.15)(Yang et al., 2016).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2018년 Jung 등은 건강검진 수검자 136,707명의 대장내시경 자료를 활용하여 간접흡연 노출과 대장 신생물 발생 간의 관련성을 분석하였다. 연구 결과, 간접흡연 노출은 비흡연자에서 수정 교차비 1.08(95% CI 1.02–1.13), 과거 흡연자에서 수정 교차비 1.08(95% CI 1.00–1.17)로 나타나, 대장 신생물 위험 증가와 유의하게 관련되었다. 또한, 고도 병변의 위험 역시 비흡연자에서 높게(95% CI 1.01–1.35) 관찰되었다(Jung et al., 2018).

라. 종합

이상의 연구 결과들은 체계적 문헌고찰 연구와 국내 관찰연구에서 간접흡연이 직장암 혹은 대장 신생물 위험 증가와 관련이 있음을 시사한다.

8 **췌장암**

가. 개요

췌장암은 소화기계에서 발생하는 악성종양 중 하나로, 예후가 가장 나쁜 암 중 하나로 알려져 있다. 대부분은 췌장의 외분비 세포에서 발생하는 췌관선암(pancreatic ductal adenocarcinoma)이며, 전체 췌장암의 약 90% 이상을 차지한다(McGuigan et al., 2018). 췌장암은 조기 진단이 어렵고, 발견 당시 이미 진행되었거나 전이된 경우가 많아 전체 5년 생존율이 매우 낮다(McGuigan et al., 2018). 주요 위험요인으로는 고령, 흡연, 만성 췌장염, 비만, 당뇨병, 가족력 및 특정 유전적 요인(예: BRCA 변이, Lynch 증후군 등)이 있다. 또한 고지방식이나 음주도 위험 증가와 관련된 것으로 보고된다(International Agency for Research on Cancer [IARC], n.d.).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2024년 Wang 등은 간접흡연과 췌장암의 발생 위험 연관성을 규명하기 위해 총 14편의 연구(코호트 연구 8편, 환자-대조군 연구 6편)를 메타분석하였다. 전체 분석 결과, 간접흡연 노출은 췌장암 위험증가와 유의한 수준으로 연관되었고(RR=1.20, 95% CI 1.11-1.30), 이는 코호트 연구(RR=1.26, 95% CI 1.12-1.42)와 환자-대조군 연구(RR=1.16, 95% CI 1.03-1.31)에서도 일관되게 확인되었다. 지역별로는 유럽(RR=1.22, 95% CI 1.07-1.40)과 미국(RR=1.18, 95% CI 1.04-1.33)에서 유의한 위험 증가가 관찰된 반면, 아시아에서는 유의하지 않았다(RR=1.05, 95% CI 0.86-1.29). 또한 정기적 또는 매일 간접흡연에 노출된 경우에서 위험 증가가 확인되었으며(RR=1.28, 95% CI 1.08-1.50), 간헐적 노출에서는 유의한 연관성이 관찰되지 않았다(Wang et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인 대상 연구사례는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연은 췌장암 발생 위험과 관련이 있는 것으로 체계적 문헌고찰에서 확인되었다. 연구 편수가 다른 암에 비해 상대적으로 적지만, 코호트 연구와 환자-대조군 연구 모두에서 연관성이 있는 것으로 분석되어, 간접흡연의 췌장암 발생 위험에 대한 연관성 있을 것으로 판단된다. 추후 보다 대규모의 전향적 연구가 필요하다.

9 **간세포암**

가. 개요

간세포암은 원발성 간암의 대부분을 차지하는 형태로, 간세포에서 발생하는 악성종양이다. 전 세계적으로 매우

흔한 암이며, 특히 아시아와 아프리카 지역에서 높은 발생률을 보인다(ACS, 2025). 간세포암은 간경변증이나 만성 간질환을 배경으로 발생하는 경우가 많아, 기저 간질환과 밀접한 관련성을 가진다(Villanueva, 2019). 주요 위험요인으로는 만성 B형 간염과 C형 간염 바이러스 감염이 가장 크며, 알코올성 간질환, 흡연, 비알코올성 지방간질환/비알코올성 지방간염(Non-Alcoholic Fatty Liver Disease/Non-Alcoholic Steatohepatitis, NAFLD/NASH), 아플라톡신 섭취, 간경변증 등이 포함된다(ACS, 2025). 주요 위험요인에는 음주·흡연과 같은 생활습관 요인, 아플라톡신 및 특정 화학물질 노출 등 환경적 요인, B·C형 간염 감염, 간경변증·비만·당뇨·NAFLD/NASH과 같은 대사·만성 간질환 요인, 그리고 성별·유전적 요인이 포함된다(ACS, 2025).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2022년 Lu 등은 총 42편($n=57,892$)의 환자-대조군 연구를 메타분석하였다. 그 결과 간접흡연의 교차비는 1.43(95% CI 0.27-7.51)으로 이질성($I^2=96.8\%$)이 높고, 통계적으로 유의하지 않아, 확정적 근거는 부족하다고 보고하였다(Lu et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인 대상 연구는 검색되지 않았다.

라. 종합

간접흡연에 따른 간암 발생 위험은 확정적인 근거가 없어 판단을 내릴 수 없다.

10 소아 뇌종양

가. 개요

소아 뇌종양은 소아암 중 백혈병 다음으로 흔하며, 소아에서 발생하는 가장 흔한 고형 종양이다(Ostrom et al., 2018). 주요 원인은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, 일부 유전적 요인(Li-Fraumeni 증후군, Turcot 증후군 등)과 방사선 노출이 위험을 높이는 것으로 알려져 있다(ACS, 2018).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2024년 Hu 등이 관찰연구 총 20편(환자-대조군 연구 17편, 코호트 연구 3편)을 메타분석한 결과를 발표하였다. 이 연구에 따르면 임신 중 모성의 직·간접흡연은 소아 뇌종양의 발생과 관련이 없는 것으로 나타났다(OR=1.04, 95% CI 0.99-1.09). 반면, 모성의 간접흡연 노출만을 별도로 분석한 경우에는 소아 뇌종양발생과의 약한 관련성이 관찰되었다(OR=1.12, 95% CI 1.03-1.20). 이러한 결과로 판단해 볼 때, 모성의 간접흡연 노출과 소아 뇌종양 발생 위험 간의 연관성에 대해서는 해석상 어려움이 따른다(Hu et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인을 대상으로 한 연구는 검색되지 않았다.

라. 종합

모성의 간접흡연이 소아 뇌종양의 발생을 증가시킨다는 연구결과가 있으나 미세한 상승이며, 모성의 능동적 흡연에서는 소아 뇌종양 발생 위험을 증가시키지 않는 것으로 분석되어 간접흡연이 소아의 뇌종양 발생 위험을 높인다는 근거는 불확실하다고 판단된다. 하지만 소아가 직접적으로 간접흡연 연기에 노출되었는지 알 수 없으므로 판단하기는 어렵다.

11 갑상선암**가. 개요**

갑상선암은 내분비계에서 가장 흔히 발생하는 악성종양으로, 전 세계적으로 발생률이 꾸준히 증가하고 있다(Cabanillas et al., 2016). 특히 여성에게서 더 많이 진단되며, 주로 30~50대 연령층에서 흔하다(Cabanillas et al., 2016). 위험요인으로는 소아기에 받은 방사선 노출, 가족력, 여성 성별, 기존 갑상선 질환 병력이 대표적이며, 요오드 섭취 불균형이나 환경적 요인도 일부 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Dal Maso et al., 2009).

나. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연과 갑상선암 발생에 대한 연구는 검색되지 않았다.

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연과 유두상 갑상선암의 발생 위험에 대해 2019년 발표된 국내 연구가 1건 검색되었다. 환자-대조군 연구(전체 대상자 n=23,562; 환자군 n=2,142, 지역사회 대조군 n=21,420) 분석 결과, 비흡연자의 간접흡연 노출과 유두상 갑상선암 발생 위험 간에는 남녀 모두에서 유의한 연관성이 관찰되지 않았다(남성: OR=1.06, 95% CI 0.64~1.75; 여성: OR=1.09, 95% CI 0.95~1.24)(Kim et al., 2019).

라. 종합

간접흡연의 갑상선암 증가에 대한 연구는 국내 연구 1편으로, 갑상선암 발생과 무관한 것으로 분석되었다. 향후 전향적인 연구 결과가 필요하다.

III

심뇌혈관질환

1 심뇌혈관질환 전체

가. 개요

심뇌혈관질환은 심장과 뇌의 혈관에 발생하는 질환을 통칭하며, 대표적으로 심근경색, 협심증, 뇌경색(허혈성 뇌졸중), 뇌출혈 등이 있다. 이 질환들은 주로 동맥경화증(atherosclerosis)에 의해 발생한다(WHO, 2025b). 특히 현대 사회에서 고령화와 생활습관 변화로 인해 그 유병률이 증가하고 있으며, 전 세계적으로 주요 사망 원인 중 하나로 자리 잡고 있다(Benjamin et al., 2019). 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 흡연, 비만, 운동 부족 등이 주요 위험요인으로 알려져 있다(WHO, 2025b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

심뇌혈관질환 전체에 대한 체계적 문헌고찰과 메타분석은 총 9편이 검색되었다. 이 연구들은 전체 심뇌혈관 질환 전체의 위험성을 다루었거나 혹은 심혈관질환과 뇌졸중 등으로 나누어 다루기도 하였다. 이에 각론과 별개로 전체 심뇌혈관질환에 대한 위험성 수치가 언급된 연구들을 모두 포함해 제시하기로 한다.

2015년 Lv 등은 간접흡연과 관상동맥심장질환(Coronary Heart Disease, CHD)을 비롯한 심혈관질환(Cardiovascular Disease, CVD) 및 뇌졸중(Stroke)을 포함한 심뇌혈관질환의 사망 위험 간 연관성을 보기 위한 메타분석을 시도하였다. 총 40편(코호트 연구 23편 포함)이 포함되었으며, 미국(11편), 유럽(6편), 아시아(4편), 뉴질랜드(2편) 등의 국가가 포함되었다. 주로 자기보고 설문조사(가정 내, 직장 내, 공공장소 노출)를 사용하였고, 4편에서는 코티닌 농도를 통한 객관적 평가를 수행하였다. 전체 사망률의 상대위험도는 1.18(95% CI 1.10–1.27), 전체 심뇌혈관질환 사망의 상대위험도는 1.23(95% CI 1.16–1.31)으로 분석되었다. 지역별 상대위험도는 중국이 1.65(95% CI 1.27–2.13)로, 유럽(RR=1.31, 95% CI 1.20–1.44)과 미국(RR=1.09, 95% CI 1.03–1.16)보다 높은 것으로 나타났다. 노출 평가 방법별로는 자기보고 기반 상대위험도가 1.23(95% CI 1.16–1.31), 코티닌 기반 객관적 측정 상대위험도는 1.41(95% CI 1.05–1.88)로 코티닌으로 측정한 연구가 자기보고 기반 연구보다 위험 추정치가 더 높게 나타났으며, 이는 기존 자기보고 설문조사를 활용한 연구에서 간접흡연 위험을 과소평가했을 가능성을 제기하였다(Lv et al., 2015).

2020년 Zhang 등은 간접흡연과 심혈관질환 발생의 용량-반응 관련성을 알아보기 위한 메타분석을 시행하였다. 총 55편(전향적 코호트 29편), 비흡연 성인 약 190만 명이 포함되었고, 심혈관 사건 수는 약 5만 8천 건이 관찰되었다. 간접흡연 용량은 연구에 따라 달랐으나 대개 배우자나 동거인, 직장동료가 집이나 직장에서 흡연하는 개비 수로 측정되었다. 이 분석에서 전체 심혈관질환 발생의 교차비는 1.22(95% CI 1.17–1.28)로 나타났다(Zhang et al., 2020).

2020년 Khoramdad 등은 비흡연 성인을 대상으로 총 18편의 연구(코호트 연구 10편, 약 230만 명; 환자-대조군 연구 8편, 약 1만 명 포함)를 포함한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하여 간접흡연과 비흡연자의 심뇌혈관질환 발생 위험을 평가하였다. 분석 결과, 간접흡연에 노출된 비흡연자의 심뇌혈관질환 사망 위험은 위험비(Hazard Ratio, HR)는 1.12(95% CI 1.06-1.20)로 분석되었다(Khoramdad et al., 2020).

한편, 2025년 Feng 등은 간접흡연과 다양한 심뇌혈관질환 발생 위험에 대한 메타분석 결과를 발표하였다. 문헌 검색 기간은 2024년 5월까지 수행되었으며, 총 57편의 연구(코호트 연구 21편, 환자-대조군 연구 10편, 횡단면 연구 26편), 7,719,805명이 분석에 포함되었다. 간접흡연 노출 평가는 주로 자기보고식 설문조사를 통해 이루어졌으며, 일부 연구에서는 코티닌, 일산화탄소 등 생체지표를 활용한 평가가 병행되었다. 분석 결과, 간접흡연에 노출된 비흡연자의 전체 심뇌혈관질환 발생 위험은 상대위험도 1.33(95% CI 1.27-1.40)으로 분석되었다(Feng et al., 2025).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인 대상 연구사례는 검색되지 않았다.

라. 종합

간접흡연에 대한 메타분석 5편에서 약 12-33% 범위의 위험 증가가 일관되게 보고되고 있음을 고려할 때, 간접흡연 노출이 전체 심뇌혈관 발생 및 사망 위험을 상승시키는 것은 매우 강력한 근거를 확보하고 있다고 보인다. 특히 간접흡연이 일상화된 중국 등에서 상대적으로 더 높은 위험도를 보이는 것으로 분석되어 지역별 공중보건학적 정책의 시급성이 강조되어야 할 것으로 보인다.

2 심혈관질환

가. 개요

심혈관질환은 심장과 혈관에 발생하는 다양한 질환을 통칭하며, 전 세계적으로 가장 중요한 사망 원인 중 하나로 꼽힌다(Roth et al., 2020). 세계보건기구에 따르면 2022년 한해 약 1,980만 명이 심혈관질환으로 사망하고 있으며, 이는 전체 사망의 약 32%를 차지한다(WHO, 2025b). 주요 위험요인으로는 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 흡연, 비만, 과도한 음주, 운동 부족, 불건강한 식습관이 있으며, 스트레스와 사회경제적 요인, 고령, 가족력 또한 영향을 미친다. 특히 이러한 요인들은 서로 복합적으로 작용하여 발병 위험을 높인다(WHO, 2025b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2015년 Fischer and Kraemer는 간접흡연과 허혈성 심질환, 만성폐쇄성폐질환, 그리고 뇌졸중의 연관성에 대한 33편(코호트 16편, 환자-대조군 17편)의 연구를 모아 메타분석하였다. 이 중 허혈성 심질환에 대한 연구는

총 14편(코호트 8편, 환자-대조군 연구 6편)이었고, 총 대상자 수는 약 240만 명 정도였다. 허혈성 심질환의 상대위험도는 1.27(95% CI 1.10–1.48)이었고, 남성에 비해 여성에서 더 높았다(남자: RR=1.22, 95% CI 0.93–1.58; 여자: RR=1.50, 95% CI 1.11–2.04)(Fischer & Kraemer, 2015).

앞서 언급한 2015년 Lv 등의 연구에서, 허혈성 심질환의 사망 상대위험도는 1.23(95% CI 1.14–1.32)으로 분석되었다(Lv et al., 2015).

역시 앞에서 언급한 Zhang 등(2020)의 연구에 따르면, 간접흡연 노출과 관상동맥심장질환(CHD) 간의 전체 교차비는 1.23(95% CI 1.15–1.32)이었다. 용량-반응 분석 결과, 하루 5개비에 해당하는 간접흡연 노출군의 교차비는 1.11(95% CI 1.03–1.19)이었으며, 하루 15개비 수준의 노출군에서는 교차비 1.22(95% CI 1.06–1.41)로 증가한 뒤 이후에는 위험 증가가 완만해지는 평탄화(plateau) 양상이 관찰되었다. 노출 시간에 따른 분석에서는 하루 2시간 노출군의 교차비가 1.22(95% CI 1.08–1.39), 하루 6시간 노출군에서는 1.84(95% CI 1.26–2.69)로 노출 시간이 증가할수록 위험이 증가하였다. 노출 기간 및 누적 흡연력(갑년) 분석에서도 노출 기간과 누적량이 증가할수록 교차비가 선형적으로 상승하는 경향이 확인되었으며, 연구진은 코티닌 1ng/ml 증가 시 심혈관질환 위험이 약 4% 증가하는 것으로 추정하였다. 지역별로는 아시아(OR=1.36, 95% CI 1.20–1.56)와 유럽(OR=1.30, 95% CI 1.19–1.42)에서 위험이 높았고, 성별 결과로는 여성(OR=1.27, 95% CI 1.18–1.37)이 남성(OR=1.13, 95% CI 1.08–1.18)보다 높은 교차비를 보였다. 종합적으로, 전 세계 심혈관질환 부담의 약 7%가 간접흡연에 기인할 수 있으며, 기여도는 아시아 지역에서 가장 큰 것으로 보고되었다(Zhang et al., 2020).

앞서 언급한 2025년 Feng 등의 연구에서 허혈성 심질환에 대한 연구는 총 19편이 포함되었고, 발생 교차비는 1.39(95% CI 1.28–1.50)였으며, 심근경색에 대한 연구는 총 6편 포함되었고, 교차비 1.50(95% CI 1.17–1.84)으로 분석되었다(Feng et al., 2025).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연 노출과 심혈관질환 발생 위험에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

이상의 결과는 간접흡연 노출이 심혈관질환 발생 위험을 증가시킬 수 있음을 강하게 시사하며, 23–39% 정도 위험도 상승이 있는 것으로 추정된다. 심근경색의 경우 약 50% 위험도 상승이 추정된다. 이런 근거를 고려할 때 여성 등 고위험군에 대한 간접흡연 노출 방지 전략이 필요하다.

3 뇌졸중

가. 개요

뇌졸중은 뇌혈관의 갑작스러운 손상으로 인해 뇌의 특정 부위에 혈류 공급이 차단되거나 출혈이 발생하여 뇌 기능이 급격히 상실되는 질환이다. 전 세계적으로 사망 원인과 장애 원인 중 상위를 차지하며 한해 약 1천 2백만 명이 이환되는 것으로 파악된다(Feigin et al., 2025), 급성기 치료와 재활 관리가 매우 중요한 신경학적 응급질환이다(Feigin et al., 2017). 주요 위험요인으로는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 흡연, 심방세동과 같은 심장질환, 비만, 과도한 음주, 운동 부족 등이 있다. 또한 고령과 가족력도 발병 위험을 높인다(WHO, 2025b).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

앞서 언급했던 Fischer and Kraemer(2015)의 연구에서는 간접흡연 뇌졸중의 연관성에 대한 연구를 모아 메타분석하였다. 분석에는 총 7편의 연구(코호트 연구 4편, 환자-대조군 연구 3편), 110만 명이 포함되었다. 뇌졸중의 상대위험도는 1.35(95% CI 1.22-1.50)로 분석되었다. 여성의 상대위험도는 1.46(95% CI 1.27-1.67)으로 남성 상대위험도는 1.25(95% CI 1.08-1.44)보다 높았다. 아시아 연구에서 상대위험도는 1.42(95% CI 1.23-1.64)로 북미·유럽 연구에서의 상대위험도 1.30(95% CI 1.11-1.52)보다 높았다. 이질성(I^2)는 0%로 결과가 비교적 일관적으로 나왔다. 출판 비뚤림 검정에서도 큰 문제가 없다고 보고하였다(Fischer & Kraemer, 2015).

앞서 언급되었던 2015년 Lv 등의 연구에서 간접흡연 노출에 따른 뇌졸중 사망 위험의 상대위험도는 1.29(95% CI 1.15-1.45)로 높게 분석되었다(Lv et al., 2015).

2017년 Lee 등은 비흡연자에서 간접흡연 노출과 뇌졸중 발생 위험에 대한 총 28편(전향적 코호트 연구 16편, 환자-대조군 연구 7편, 단면연구 5편)의 연구를 메타분석하였다. 전체 분석에서 간접흡연 노출과 뇌졸중 발생 위험 간의 상대위험도는 1.23(95% CI 1.16-1.31)으로 나타났다. 노출 유형별로 보면, 배우자의 흡연에 노출된 경우 상대위험도는 1.20(95% CI 1.08-1.32), 가정 내 노출군과 유사한 수준을 보였다(RR=1.21, 95% CI 1.10-1.32). 반면, 가정과 직장 등을 포함한 총 간접흡연 노출군에서는 상대위험도가 1.41(95% CI 1.20-1.67)로 더 높게 나타났다. 뇌졸중 유형별로는 허혈성 뇌졸중 상대위험도는 1.17(95% CI 0.98-1.39), 출혈성 뇌졸중 상대위험도는 0.97(95% CI 0.68-1.37)이었다. 연구 설계별 결과로는 전향적 코호트 연구에서 상대위험도는 1.15(95% CI 1.06-1.24)로, 환자-대조군 연구(RR=1.44, 95% CI 1.22-1.70)와 단면연구(RR=1.40, 95% CI 1.21-1.61)에서 더 높은 위험 추정치가 보고되었다(Lee et al., 2017).

2019년 Pan 등이 직접흡연, 간접흡연 여부와 뇌졸중 발생 사이의 연관성을 보기 위한 총 14편의 연구(전체 대상자 n=303,134, 뇌졸중 발생 건 n=4,050)를 메타분석하였다. 전향적 코호트 9편, 환자-대조군 연구 4편, 기타 단면 관찰연구가 1편 포함되었다. 그 결과 간접흡연 노출자는 비노출자 대비 교차비는 1.45(95% CI

1.00–2.11)로 분석되었다. 현재 흡연자의 경우는 비흡연자 대비 92% 위험이 높은 것으로 나타났다(Pan et al., 2019).

앞서 언급되었던 2020년 Zhang 등의 연구에서 간접흡연에 따른 뇌졸중의 교차비는 1.18(95% CI 1.13–1.22)로 분석되었다(Zhang et al., 2020).

2020년 Liu 등은 간접흡연과 뇌졸중을 포함한 신경계질환 전반의 연관성을 보기 위해 2019년 12월까지 발표된 문헌을 검색하였고, 코호트 연구만 포함한 분석을 시도하였다. 최종적으로 14편의 연구($n=697,185$)가 포함되었고, 뇌졸중 위험은 간접흡연 노출 시 상대위험도 상대위험도는 1.20(95% CI 1.04–1.38)으로 분석되었다(Liu et al., 2020).

한편, Wang 등은 2023년 중국인을 대상으로 한 연구들을 모아서 간접흡연이 각종 질환에 미치는 영향을 메타분석하였다. 문헌 검색은 2021년 6월까지 이루어졌으며, 코호트 연구 5편과 환자-대조군 연구 48편이 포함되었다. 전체 포함 연구 중 31편은 여성을 대상으로 한 연구였다. 이 중 간접흡연과 뇌졸중의 연관성은 총 3편($n=60,000$ 이상)에서 수행되었으며, 교차비는 2.29(95% CI 1.26–4.16)로 보고되었다. 신뢰구간이 넓게 나온 것은 분석에 포함된 연구 1편이 1993년 발표된 논문으로 이질성이 컸기 때문으로 보인다. 순환기질환 전체에 대한 교차비는 1.92(95% CI 1.29–2.85)였다. 뇌졸중의 경우 연구 수가 적어 추가적인 대규모 코호트 연구가 필요하다고 결론지었다(Wang et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 뇌졸중에 대한 발생 위험과 관련된 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

이상의 연구 결과들은 5편의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관되게 간접흡연이 뇌졸중 발병의 위험을 유의하게 증가시킬 수 있음을 강하게 시사한다. 약 18–35% 상승 영향이 있는 것으로 보이며, 특히 중국의 경우 2배 이상의 뇌졸중 위험 증가가 추정된다. 여성, 그리고 아시아 지역 등에서 간접흡연 노출을 방지하기 위한 정책이 뇌졸중 발병 감소와 예방 측면에서 중요한 과제가 될 수 있다.

4 말초혈관질환

가. 개요

말초혈관질환은 심장에서 먼 팔이나 다리 등 말초 부위로 혈액을 공급하는 동맥이 좁아지거나 막혀 발생하는 질환이다. 가장 흔한 원인은 죽상동맥경화증(atherosclerosis)으로, 동맥벽에 콜레스테롤과 지방이 축적되면서 혈류가 제한되고, 이에 따라 산소 공급이 부족해진다(WHO, 2025b). 주요 위험요인으로는 흡연, 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 비만, 고령, 가족력이 있으며(WHO, 2025b), 이들 요인은 관상동맥질환이나 뇌혈관질환의 위험요인과 상당 부분 겹친다(Criqui & Aboyars, 2016). 따라서 말초혈관질환은 단순한 하지혈류장애를 넘어 전신 혈관질환의 지표로 여겨진다.

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2022년 Wu 등은 간접흡연과 말초동맥질환의 연관성에 대한 메타분석을 시도하였다. 포함 연구 수는 총 6편으로 대상자는 약 18,000명이었고, 코호트 연구 2편, 환자-대조군 연구 4편이었다. 주요 결과를 살펴보면, 전체 말초혈관질환(peripheral artery disease, PAD) 상대위험도는 1.23(95% CI 1.08–1.41, $I^2=31\%$)이었으며, 가정 내 간접흡연 노출 상대위험도는 1.30(95% CI 1.14–1.49, $I^2=0\%$), 직장 내 간접흡연 노출 상대위험도는 0.89(95% CI 0.55–1.44, $I^2=0\%$)로 가정 내 간접흡연 노출은 말초혈관질환 위험과 유의한 것으로 보였으나 직장 내 노출은 유의하지 않았다. 연구 수가 적어 결과 해석 시 주의가 필요하지만, 가정 내 노출의 유해성은 명확히 제시한 것으로 보인다(Wu et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 말초혈관질환 위험성에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 말초혈관질환 위험성에 대해 한 편의 체계적 문헌고찰 연구가 확인되었다. 약 23% 정도의 위험도 상승이 추정된다. 포함된 연구 건수가 부족해 결과 해석에 주의가 필요하다.

5 혈관내피기능장애

가. 개요

혈관내피기능장애는 동맥 내피세포(endothelium)의 구조적·기능적 이상으로 인해 혈관의 항상성이 깨진 상태를 의미한다(Gimbrone & Garcia-Cardena, 2016). 주요 원인으로는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 흡연, 비만, 신체활동 부족, 만성 염증 상태, 노화 등이 있으며, 특히 흡연과 인슐린 저항성은 내피의 산화질소(NO) 생성과 생체이용률을 저하시켜 혈관 확장을 방해한다(Hadi et al., 2005). 이러한 기전은 죽상동맥경화증, 관상동맥질환, 말초혈관질환, 뇌혈관질환 등 다양한 심혈관질환의 초기 병태생리와 밀접히 연결된다(Bonetti et al., 2003).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2021년 Georgiopoulos 등은 소아기부터 21세 이하의 젊은 성인기에 간접흡연에 노출될 경우 혈관건강에 대한 메타분석을 시도하였다. 총 12편의 관찰연구, 5,279명의 대상자가 포함되었다. 그 결과 혈관 내피 기능(Flow-Mediated Dilation, FMD) 평균 0.77% 감소(95% CI -1.38—0.15), 맥파전달속도(Pulse Wave Velocity, PWV) 0.10m/s 증가(95% CI 0.02–0.17) 등으로 분석되었다. 어린 시기부터 간접흡연 노출만으로도 죽상 동맥경화 진행 지표가 악화된다고 보고하였다. 이런 결과는 베이지안(Bayesian) 분석에서도 결과 일관되게 나타났다(Georgiopoulos et al., 2021).

2024년 Jia 등은 직·간접흡연이 혈관내피기능에 미치는 영향에 대한 메타분석을 시도하였다. 총 14편이 최종 분석에 포함되었는데, 포함된 연구들이 이질적이어서 메타분석을 시행하지 못했다. 그중 Nicolau 등(2010) 연구에 따르면 비임신 여성이 간접흡연에 노출된 경우 혈관내피기능 $7.21 \pm 5.57\%$ 로 비노출군의 혈관내피기능 $10.52 \pm 4.76\%$ 에 비해 약 3.3% 감소하는 것으로 나타났다. 임신 여성에서 간접흡연 노출군 혈관내피기능은 $8.74 \pm 4.83\%$ 로 비노출군 혈관내피기능 $11.5 \pm 5.77\%$ 보다 약 2.8% 감소함이 관찰되었다. 또한 임신부 대상의 연구인 Quinton 등(2008)의 보고에 따르면 간접흡연 노출군 혈관내피기능은 $4.0 \pm 2.3\%$, 비노출군 FMD $9.7 \pm 4.0\%$ 로 약 5.7% 감소를 보였다. 그러나 메타분석에 포함된 연구대상자 수가 적어 근거가 충분하지는 않다(Jia et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 혈관내피기능장애 위험성에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 혈관내피기능장애 위험성에 대해 2편의 체계적 문헌고찰 연구가 확인되었다. 연구가 이질적이어서 메타분석 시행은 하지 않았으며, 포함된 연구 수가 적어 명확한 결론을 내기에는 아직 근거가 불충분한 것으로 보인다.

6 경동맥질환

가. 개요

경동맥질환은 뇌로 혈액을 공급하는 주요 혈관인 경동맥이 죽상동맥경화증(atherosclerosis)으로 인해 좁아지거나 막히는 상태를 의미한다(National Heart, Lung, and Blood Institute [NHLBI], 2024). 이는 뇌혈류를 감소시키고, 혈전이나 색전이 떨어져 나가 뇌혈관을 막음으로써 허혈성 뇌졸중을 유발할 수 있는 중요한 위험요인이다(NHLBI, 2024; Spence, 2016). 주요 원인과 위험요인으로는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 흡연, 비만, 고령, 가족력 등이 있으며(Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2023; Spence, 2016), 이러한 요인들은 전신 동맥경화와 동일하게 작용한다(Spence, 2016). 특히 흡연과 대사증후군은 경동맥질환의 발생과 진행을 가속화한다(Spence, 2016; American Heart Association [AHA], 2024).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

앞서 언급된 2021년 Georgiopoulos 등의 연구에서 소아기부터 21세 이하의 젊은 성인기에 간접흡연에 노출될 경우 경동맥 내중막두께(Carotid Intima-Media Thickness, cIMT)가 0.35mm 증가(95% CI 0.16-0.55)하는 것으로 분석되었다. 어린 시기부터 간접흡연 노출만으로도 죽상 동맥경화 진행 지표가 악화된다고 보고하였다. 이런 결과는 베이지안(Bayesian) 분석에서도 결과 일관되게 나타났다(Georgiopoulos et al., 2021).

2022년 Shu 등은 18세 미만 소아 및 청소년 대상으로 한 연구의 체계적 문헌고찰을 시도하였다(2021년 3월 검색). 핀란드, 네덜란드, 중국, 호주 등 4편이 고찰에 포함되었는데, 이들 연구는 연구 설계와 측정 방법의 이질성이 커 메타분석이 불가능하였다. 임신 중 간접흡연 노출은 3편 중 1편만 유의한 내중막두께 증가를 보고하였다(Geerts et al., 2012). 출산 후 간접흡연 노출은 4편 중 3편(핀란드, 네덜란드, 중국 연구)에서 유의한 내중막두께 증가를 보고하였다. 특히 혈중 코티닌 농도로 노출을 측정한 연구(핀란드, 중국)에서 노출 강도에 따른 용량-반응 관계가 확인되었다. 핀란드 연구에서는 혈중 코티닌 농도가 높을수록 내중막두께 평균값이 유의하게 증가($p<0.001$)함을 보고하였다(Shu et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인 대상 연구는 검색되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출은 건강한 소아·청소년의 내중막두께 증가, 다시 말해 조기 동맥경화 위험과 관련이 있을 수 있다. 특히 혈중 코티닌을 이용한 연구에서는 용량-반응 관계가 나타나서 인과적 관련성을 지지한다. 하지만 연구 수가 제한적이므로 대규모 장기 추적 코호트 연구가 필요하다.

7 고혈압

가. 개요

고혈압은 동맥혈압이 지속적으로 상승된 상태를 의미하며, 전 세계적으로 가장 흔한 만성질환 중 하나이자 심뇌혈관질환의 주요 위험요인이다(WHO, 2019). 세계보건기구에 따르면 30-79세 사이의 전 세계 성인 중 1억 2천 8백만 명이 고혈압을 가지고 있으며, 조기 사망과 장애의 중요한 원인으로 꼽힌다(WHO, 2019). 고혈압은 크게 본태성(원발성) 고혈압과 이차성 고혈압으로 구분되며, 본태성 고혈압은 전체의 약 90-95%를 차지하며(European Society of Cardiology & European Society of Hypertension, 2018), 명확한 원인을 특정하기 어려우나 유전적 요인, 노화, 비만, 고염식, 운동 부족, 스트레스 등이 복합적으로 작용한다(WHO, 2019). 이차성 고혈압은 신장질환, 내분비질환(예: 쿠싱증후군, 원발성 알도스테론증 등), 약물 등에 의해 발생한다(Whelton et al., 2018).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2019년 Aryanpur 등은 소아 및 청소년을 대상으로 한 관찰연구 총 29편($n=192,067$)을 메타분석하였다. 코호트 연구 12편, 횡단 연구 16편, 환자-대조군 연구 1편이 분석에 포함되었다. 그 결과 간접흡연 노출 시 고혈압 위험은 전체 교차비 1.01(95% CI 0.93-1.10)로 통계적으로 유의하지 않았다. 임신 중 태아기 노출 교차비는 0.99(95% CI 0.85-1.13), 출생 후 가정 내 노출 교차비는 1.05(95% CI 0.81-1.29)로 역시 유의하지 않았다. 혈압 절대치 변화를 살펴보면, 수축기 혈압은 유의하게 증가하였으나($\beta=0.26$, 95% CI 0.12-0.39) 이완기 혈압은 유의하지 않았다($\beta=0.07$, 95% CI -0.15-0.29). 결론적으로 소아·청소년에서 간접흡연은 고혈압 발생 위험 자체를 높이지는 않았다. 수축기 혈압 수준을 소폭이지만 유의하게 상승시키며, 이는 장기적으로 성인기 고혈압 위험 증가와 연관될 수 있음을 시사한다고 주장하였다(Aryanpur et al., 2019).

앞서 언급한 2025년 Feng 등의 연구에서 성인을 대상으로 한 총 12편의 논문을 메타분석하였는데, 간접흡연에 따른 고혈압 발생 위험 교차비는 1.28(95% CI 1.15-1.40)로 분석되었다(Feng et al., 2025).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인 대상 연구는 검색되지 않았다.

라. 종합

총 3편의 메타분석이 검색되었고, 이에 따르면 간접흡연 노출은 고혈압과의 연관성은 성인과 소아·청소년에서 달리 나타난다. 비흡연 성인에서 간접흡연에 따른 고혈압 발생 위험이 일부 보이며(7-28%), 소아·청소년에서는 유의하지 않은 것으로 보인다. 연구 수가 제한적이므로 대규모 장기 추적 코호트 연구가 필요하다.

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

IV 호흡기질환

1 천식 및 관련 증상

가. 개요

천식은 기도의 만성 염증성 질환으로, 반복적인 기도 수축과 과민반응을 특징으로 한다(Global Initiative for Asthma [GINA], 2023). 주 증상으로는 호흡곤란, 기침, 가슴 답답함, 천명이 있으며, 특히 야간이나 새벽에 악화되는 경향이 있다(GINA, 2023). 천식은 알레르기, 호흡기 감염, 운동, 대기오염, 직업성 노출 등 다양한 요인에 의해 유발되며, 기도의 염증과 가역적 기류 제한이 병태생리적 특징이다(GINA, 2023).

천명(Wheeze)은 숨쉴 때 나타나는 쌕쌕거리는 고음의 호흡음으로, 기도가 좁아져 발생한다(Gong, 1990). 천명은 천식에서 가장 흔하게 관찰되지만, 만성폐쇄성폐질환, 급성 기관지염, 알레르기 반응, 심부전 등 다른 호흡기·심혈관 질환에서도 나타날 수 있으므로 천명은 특정 질환이 아니라 기도 협착이나 염증을 반영하는 임상 징후로 이해된다(Gong, 1990).

만성기침은 8주 이상 지속되는 기침을 의미하며, 단순한 불편을 넘어 삶의 질을 저하시킬 수 있어 원인 감별이 중요하다(Morice et al., 2020). 성인에서 가장 흔한 원인으로는 천식, 후비루(postnasal drip), 위식도역류 질환위식도역류질환(gastroesophageal reflux disease, GERD)이 꼽히며, 흡연, 약물(예: ACE 억제제), 환경적 자극도 기침을 유발할 수 있다(Morice et al., 2020).

세 가지 개념은 상호 연관성이 있다. 천식은 만성 기도의 염증과 과민성을 기반으로 하며, 천명과 만성기침은 천식의 주요 임상 표현형으로 자주 관찰된다. 따라서 환자 평가 시 천식, 천명, 만성기침을 통합적으로 고려하는 것이 진단과 치료에 중요하며, 조기 진단과 적절한 약물치료, 환경 요인 관리가 증상 조절과 합병증 예방의 핵심이다(WHO, 2024c).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2015년 Silvestri 등은 간접흡연 노출과 소아 천식과 천명 발생에 대한 출생 코호트 자료 분석을 시도하였다. 산전 모체 흡연에 따른 6세 미만 소아 천명 발생 위험은 교차비 1.36(95% CI 1.19–1.55, 연구 수 18편)이었다. 6세 이상 소아의 천식과 천명 복합 위험은 교차비 1.22(95% CI 1.03–1.44, 연구 수 7편)였다. 임신 중에만 모체 흡연 및 출산 후 금연한 경우도 교차비 1.24(95% CI 1.11–1.38, 연구 수 3편)로 복합 위험이 높은 것으로 분석되었다. 출생 후 노출의 경우 모체 흡연에 따른 6세 미만 천명 위험은 교차비 1.21(95% CI 1.13–1.31, 연구 수 9편), 부모의 흡연에 노출될 경우 6세 미만 천명 위험은 교차비 1.30(95% CI 1.13–1.51, 연구 수 5편), 산후 노출만 단독 고려할 때 상대위험도는 1.11(95% CI 1.06–1.16, 연구 수 4편)이었다. 요약하면, 산전 노출이

가장 일관되게 위험 증가와 연관되었고, 출생 후 부모·모체 흡연 역시 유아기 천명 위험이 21-30% 더 높은 것으로 분석되었다(Silvestri et al., 2015).

2015년 Wang 등은 간접흡연 노출과 소아 천식 위험성에 대한 메타분석을 시도하였다. 총 25편의 연구(코호트 연구 10편), 434,737명(평균 연령 7.6세, 61.4% 남아)의 소아가 분석에 포함되었다. 연구 지역은 미국(14편), 캐나다(1편), 아시아(4편), 유럽(2편), 다국가(2편) 등이었다. 간접흡연 노출 시 소아의 입원(Hospitalization) 교차비는 1.85(95% CI 1.20-2.86, $I^2=75\%$)로 약 2배 증가하였고, 응급실 및 긴급진료 방문의 교차비는 1.66배(95% CI 1.02-2.69, $I^2=66.3\%$)로 증가하였다. 천명의 교차비는 1.32(95% CI 1.24-1.41, $I^2=46.3\%$), 폐기능(Forced Expiratory Volume in 1 second/Forced Vital Capacity, FEV1/FVC) 악화(평균 3.34% 감소) 등도 관찰되었다. 다만, 천식 악화 빈도의 교차비는 0.93(95% CI 0.38-2.29, $I^2=87.8\%$)으로 유의하지 않았다(Wang et al., 2015).

앞서 언급된 2016년 Jayes 등의 연구에서 간접흡연과 소아 천명 또는 천식 위험에 대한 분석도 시도하였다. 소아 천명의 경우 총 25편(코호트 13편)이 분석에 포함되었다. 모성 흡연에 노출된 경우 상대위험도는 1.40(95% CI 1.30-1.50), 부성 흡연에 노출된 경우 상대위험도는 1.20(95% CI 1.10-1.30), 가정 내 전체 노출된 경우 상대위험도는 1.35(95% CI 1.25-1.45)로 나타났다. 소아 천식의 경우 총 20편(코호트 10편)이 분석에 포함되었다. 모성 흡연의 경우 상대위험도 1.32(95% CI 1.23-1.41), 부성 흡연의 경우 상대위험도 1.15(95% CI 1.05-1.25), 가정 내 전체 노출 상대위험도 1.30(95% CI 1.20-1.40)으로 유의한 증가를 보여주었다(Jayes et al., 2016).

2020년 He 등은 간접흡연 노출과 소아 천식, 천명 발생 위험에 대한 메타분석을 시행하였다. 의사 진단 천식의 경우, 총 78편의 연구가 포함되었고, 통합 교차비 1.24(95% CI 1.20-1.28)로 분석되었다. 연구 설계별로는 코호트 교차비 1.21(95% CI 1.15-1.26), 환자-대조군 연구 교차비 1.27(95% CI 1.16-1.38), 단면연구 교차비 1.27(95% CI 1.21-1.33)이었다. 천명의 경우 총 33편이 분석에 포함되었고, 간접흡연 노출은 천명 발생 위험 교차비 1.27(95% CI 1.23-1.32)로 분석되었다. 천식 유사 증후군(asthma-like syndrome)의 경우 총 8편이 분석에 포함되었고, 교차비 1.34(95% CI 1.04-1.63)로 연관성이 있는 것으로 파악되었다. 한편, 산전 노출($OR=1.09$, 95% CI 1.03-1.16)과 출생 후 노출($OR=1.24$, 95% CI 1.19-1.30) 모두 유의한 수치를 보였다. 특히 연령별로 살펴보면 0-2세 사이의 교차비는 1.45(95% CI 1.24-1.65)로 15-18세($OR=1.11$, 95% CI 0.91-1.31)와 비교할 때 더욱 높게 나타나, 영유아기 노출이 더욱 심각한 결과를 초래한다고 하였다(He et al., 2020).

2022년 Shahunja 등은 호주에서 수행된 연구들만 모아서 소아·성인기 간접흡연 노출과 천식 발생 및 악화에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 시행하였다. 4편의 연구가 포함되었고, 총 137,840명이 분석에 포함되었다. 체계적 문헌고찰에 포함된 각각의 연구들을 살펴보면, 한편의 단면연구에서 모성 흡연에 노출될 경우 아동 천식증상이 발생할 위험도는 보정된 상대위험도 1.52(95% CI 1.01-2.29)로 보고하였다(Ponsonby et al., 2000).

다른 단면연구에서도 아동이 차량 내 간접흡연에 노출될 경우 천명 발생 위험 증가의 수정 교차비 1.55(95% CI 1.02-2.35)로 역시 증가 양상을 보였다(Sly et al., 2007). 한편, 성인의 경우 가정 내 간접흡연 노출은 비흡연자 성인의 천식증상 위험이 높았으며(95% CI 1.30-3.35), 직장 내 간접흡연에 노출되는 경우 천식증상 위험이 수정 교차비 4.26(95% CI 1.78-10.21)인 것으로 분석되었다(Mészáros et al., 2014; Wakefield et al. 2003). 이들 네 편의 연구를 메타분석한 결과 천식 발생 및 악화 교차비는 1.69(95% CI 1.19-2.38)인 것으로 나타났다. 정리하자면, 호주인 대상 메타분석에서 간접흡연은 천식증상 위험이 약 1.7배 높은 것으로 보고되었으며, 특히 소아에서 부모의 차량 내 흡연, 성인에서 가정·직장 내 간접흡연에 노출되면, 유의하게 천식증상 위험이 높았다(Shahunja et al., 2022).

앞선 연구에서 언급된 Wang 등의 중국인 대상 2023년 연구에서, 간접흡연과 소아천식 발생 위험에 대한 메타분석도 동시에 실시하였다. 소아 천식 관련 6편, 표본 약 1,200명이 포함되었다. 소아기 간접흡연 노출과 천식 발생 위험은 교차비 1.82(95% CI 1.07-3.11)로 평가되었다. 이질성은 89.7%로 연구 간의 차이가 큼이 확인되었다(Wang et al., 2023).

2023년 Aggarwal 등은 소아를 대상으로 천식으로 응급실을 방문 후 30일 이상 입원한 경우에 간접흡연 노출 관련성을 메타분석 하였다. 총 68편(코호트 연구 63편)의 연구가 분석에 포함되었다. 환경담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS) 노출은 천식 아동에서 향후 입원 위험 증가와 관련하여 교차비는 1.94(95% CI 0.67-5.61)였으나 연구들 간의 이질성이 높아 신뢰구간이 유의하지 않았다(Aggarwal et al., 2023).

2024년 Agache 등은 임신 중 태아기 간접흡연 노출, 출생 후 간접흡연 노출과 천식 및 반복적 천명의 위험에 대한 메타분석 결과를 발표하였다. 총 67개 연구(대부분 코호트, n=101-844,003)가 분석에 포함되었다. 주요 결과는 첫째, 임신 중 간접흡연의 경우 새로운 천식 발생 교차비 1.28(95% CI 1.18-1.39), 반복 천명 발생의 교차비 1.43(95% CI 1.30-1.56)로 분석되었고, 폐기능 저하는 결과가 불일치하였으며, 일부 연구에서 1초간 노력성 호기량의 13.6% 감소를 보고하였다. 둘째, 출생 후(소아기) 간접흡연의 경우, 새로운 천식 발생 교차비 1.12(95% CI 1.01-1.24, 반복적 천명 발생의 교차비 1.15(95% CI 1.04-1.27), 폐기능 저하는 혼합된 결과를 보였고, 일부 연구에서 매 실내 흡연자마다 1초간 노력성 호기량 평균이 0.30%(6.8mL) 감소하는 것으로 보고하였다. 셋째, 산전 및 출생 후 동시 간접흡연의 경우, 새로운 천식 발생 교차비 1.49(95% CI 1.12-1.99), 반복적 천명 발생 교차비 1.46(95% CI 1.28-1.66)으로 연관성이 높은 것으로 분석되었다(Agache et al., 2024).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 소아 천식 및 관련 증상에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 소아 천식 및 관련 증상 발생의 위험 증가에 대해 다수의 체계적 문헌고찰 연구들에서 일관된 유의성이 확인되었고, 용량-반응 관계 또한 확인되어, 근거가 충분하다고 판단한다.

2 만성폐쇄성폐질환

가. 개요

만성폐쇄성폐질환(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)은 기류 제한이 점진적으로 발생하고 완전히 가역적이지 않은 호흡기질환으로, 병태생리학적으로는 만성 기관지염과 폐기종이 복합적으로 작용하여 기도의 염증, 점액 과다 분비, 폐포 파괴가 일어난다(Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2023). 주로 흡연, 대기오염, 직업성 분진 및 화학물질 노출 등에 의해 발생한다(WHO, 2024d).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

앞서 언급되었던 Fischer and Kraemer의 2015년 연구는 간접흡연과 만성폐쇄성폐질환 발생 위험에 대한 메타분석 결과도 보고하고 있다. 총 5편($n=28,965$)의 메타분석 결과 대부분 자기보고였으며, 일부 코티닌 평가도 포함되었다. 분석 결과 전체(남녀 합산) 상대위험도는 1.66(95% CI 1.38–2.00)이었다. 남성의 상대위험도는 1.50(95% CI 0.96–2.28)이었으나 통계적 유의성은 없었고, 여성의 상대위험도는 2.17(95% CI 1.48–3.18)로 남성보다 뚜렷하게 높은 위험 연관성이 관찰되었다. 이질성 지수인 I^2 는 0–23%로 분포되어 연구 간 결과는 일관적인 것으로 보인다(Fischer & Kraemer, 2015).

2018년 Lee 등은 간접흡연과 만성폐쇄성폐질환의 발생, 입원, 사망 위험에 대한 메타분석을 시행하였다. 총 28편의 연구가 포함되었으며, 연구 설계별로는 각각 전향적 코호트 5편, 환자-대조군 연구 7편, 단면연구 16편이 포함되었다. 간접흡연 노출 시 만성폐쇄성폐질환 발생 위험은 유의하게 증가하였으며($OR=1.20$, 95% CI 1.08–1.34), 연구 간 이질성은 높은 수준이었다($p<0.001$). 중증 만성폐쇄성폐질환 발생 위험은 교차비 1.29(95% CI 1.10–1.52), 만성폐쇄성폐질환의 입원 및 사망 위험은 교차비 1.40(95% CI 1.12–1.74)으로 나타났다. 성별 분석에서는 여성에서만 교차비 1.59(95% CI 1.16–2.19)로 유의하게 높은 반면, 남성에서는 유의하지 않았다. 노출 유형별로는 배우자 흡연 노출 교차비 1.26(95% CI 1.02–1.55), 가정 내 간접흡연 노출 교차비 1.31(95% CI 1.08–1.59)로 위험 증가가 확인되었다. 전체 성인기 노출 교차비는 1.20(95% CI 1.03–1.39)로 유의한 연관성을 보였으나, 직장 내 노출($OR=1.12$, 95% CI 0.77–1.64)과 아동기 노출($OR=0.88$, 95% CI 0.72–1.07)에서는 유의한 관련성이 관찰되지 않았다(Lee et al., 2018).

2021년 Duan 등은 첫째, 모성 흡연(임신 전, 후)과 자녀의 성인기 만성폐쇄성폐질환 발생 위험, 둘째, 소아기 간접흡연 노출과 성인기 만성폐쇄성폐질환 발생 위험에 대한 메타분석을 각각 시도하였다. 모성 흡연에 대한 연구 중, 시기별 정보가 포함된 연구는 대상 연구 수 총 30편($n=795,935$)이었고, 코호트 8편, 환자-대조군 4편, 단면연구 18편이 포함되었다. 임신 중 흡연(In utero exposure)이 자녀의 성인기 만성폐쇄성폐질환 발생을 초래할 위험 교차비는 1.28(95% CI 1.01–1.62)로 분석되었다. 출생 후 모성 흡연에 따른 자녀의 성인기 만성폐쇄성폐질환 발생 위험 교차비는 1.44(95% CI 1.14–1.83)로 나타났다. 전체 모체 흡연(출산 전후)의 교차비는 1.42(95% CI 1.17–1.72)로 모성 흡연이 자녀 만성폐쇄성폐질환 발생에 유의한 위험요인으로

확인되었다. 하지만 아동기 간접흡연을 본 연구 2편을 메타분석한 결과 통합된 수정 교차비는 1.15(95% CI 0.83-1.61)로 유의성이 없는 것으로 분석되었다. 소아기 때 조기 간접흡연 노출과 성인 만성폐쇄성폐질환 위험 간의 일관된 증거 부족하다고 하였다(Duan et al., 2021).

2020년 Cunalata-Paredes 등은 40세 이상 중·노년의 비흡연 성인에서 만성폐쇄성폐질환 발생과 간접흡연 노출 간의 연관성을 보기 위한 메타분석을 시도하였다. 분석에 포함된 연구 수는 총 8편이었다. 비흡연 만성폐쇄성폐질환 환자 6,153명을 포함했고, 그중 여성이 약 4,050명(65.8%)이었다. 지역은 주로 중국, 인도, 파키스탄, 중남미 국가가 많았고, 스페인과 이탈리아 등 유럽 일부, 그리고 아프리카 지역도 일부 포함되었다. 이들 연구 간 이질성은 중등도($I^2 \approx 55\%$)로 나타났다. 분석 결과 간접흡연 노출은 만성폐쇄성폐질환 위험이 2.20배(95% CI 1.48-3.26)이었다(Cunalata-Paredes et al., 2020).

2022년 Pando-Sandoval 등은 간접흡연과 만성폐쇄성폐질환 발생 위험에 대해 총 20편(코호트 4편, 환자-대조군 2편, 단면연구 14편)의 연구를 문헌고찰하였다. 총 대상자 수는 909,067명(비흡연자 중심)이었다. 하지만 연구 간 이질성이 커 메타분석은 시행하지 못했다. 이들 연구들의 결과를 간략히 소개하면, 중국 코호트 연구(전체 대상자 $n=6,497$; COPD 환자 $n=342$)에서 가정 및 직장 내 노출이 주당 40시간 이상, 5년 이상 노출된 군에서 교차비가 1.48(95% CI 1.18-1.85)로 만성폐쇄성폐질환 발생 위험이 높았고, 중국의 다른 단면연구(전체 대상자 $n=20,245$; COPD 환자 $n=644$)에서도, 가정 및 직장 내 간접흡연 노출은 1.31배(95% CI 1.06-1.61) 높은 것으로 보고하였다. 한편, 영국의 단면연구($n=21,104$)에서는 주당 20시간 이상 간접흡연 노출 시 만성폐쇄성폐질환 위험은 1.98배(95% CI 1.03-3.79)이었다. 스웨덴의 단면연구(전체 대상자 $n=2,118$; COPD 환자 $n=140$)에서는 가정 및 직장 동시 노출 시 만성폐쇄성폐질환 발생 위험이 3.94배(95% CI 1.41-11.0)로 훨씬 높았다. 캐나다의 단면연구($n=4,893$)는 여성, 경증 만성폐쇄성폐질환 환자에서 간접흡연 노출 시 중등증 이상 만성폐쇄성폐질환 발생 위험이 2.60배(95% CI 1.05-6.43) 높은 것으로 조사되었다(Pando-Sandoval et al., 2022).

2023년 Chen 등은 간접흡연 노출과 만성폐쇄성폐질환 발생 위험에 대한 메타분석을 시행하였다. 총 15편(단면연구 6편, 환자-대조군 연구 6편, 코호트 연구 3편)의 연구가 메타분석에 포함되었고, 총 대상자 수는 25,592명, 지역 분포는 미국, 중국, 대만, 홍콩, 파키스탄, 인도, 레바논, 유럽(노르웨이, 스웨덴, 덴마크, 그리스) 등 다양하였다. 전체 통합 교차비는 2.25(95% CI 1.40-3.62)였다. 하지만 연구 간에 이질성이 큰 것($I^2=98\%$)으로 나타났다. 노출 기간이 길수록 만성폐쇄성폐질환 발생 위험은 커졌다. 5년 미만의 경우 발생 위험은 1.78(95% CI 1.17-2.72, $I^2=49\%$)였으나 5년이 넘는 경우 위험은 4.28배(95% CI 1.28-15.00, $I^2=89\%$)로 경충 뛰었다. 성별로 나누어 보았을 때, 남성의 교차비는 5.27(95% CI 1.01-27.36, $I^2=91\%$)로 여성 대상 연구의 교차비 2.02(95% CI 1.52-2.67, $I^2=0\%$) 보다 높은 것으로 나타났다. 남성 대상 연구에 포함된 이질적인 연구 2편의 교차비 값이 극도로 크고, 신뢰구간 간격이 너무 넓어 영향을 받은 것으로 보여, 해석에 주의가 필요하다. 지역별로도 교차비 값의 편차가 너무 커서 이질성에 영향을 미친 것으로 보인다(Chen et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 만성폐쇄성폐질환 발생 위험 증가에 대해서 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 다수의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 유의성이 확인된다. 임신 전후 흡연에 의한 노출은 자녀의 성인기 만성폐쇄성폐질환 발생 위험을 높인다. 이상의 연구 결과들은 간접흡연 노출이 만성폐쇄성폐질환 발생의 위험인자임을 강하게 시사한다.

3 폐기능 저하

가. 개요

폐기능 저하는 폐가 정상적으로 가스 교환(산소 흡수 및 이산화탄소 배출)을 수행하는 능력이 감소한 상태를 의미한다(Pellegrino et al., 2005). 이는 다양한 호흡기질환(예: 만성폐쇄성폐질환, 천식, 간질성폐질환, 폐섬유화, 폐고혈압)이나 전신 질환, 환경 요인에 의해 발생할 수 있으며, 노화와 흡연, 대기오염, 직업성 유해물질 노출도 주요 원인으로 꼽힌다(Stanojevic et al., 2022).

나. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2021년 Okyere 등은 소아기 및 청소년기 간접흡연 노출과 폐기능 성장 궤적의 연관성에 대한 연구를 대상으로 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 연구들의 이질성으로 메타분석은 시행하지 못하였다. 총 9편의 코호트 연구가 고찰에 포함되었는데, 미국, 영국, 호주, 네덜란드, 브라질의 소아 및 청소년이 포함되었다. 그 결과 저체중 출생, 소아기 천식/천명, 알레르기 질환(eczema, rhinitis), 하기도 감염(lower respiratory tract infections), 가족력(천식)이 폐기능 궤적상 낮은 수준 성장 곡선을 보이는 요인이었는데, 간접흡연 노출 또한 정상적 폐기능 성장 궤적을 방해하는 요인으로 분석되었다. 저자들은 성인기 만성폐쇄성폐질환 및 호흡기질환 발생 위험 증가로 이어질 수 있다고 주장하였다(Okyere et al., 2021).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연 노출과 폐기능 저하 위험 증가에 대해서 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 폐기능 저하에 대해서는 1편의 체계적 문헌고찰 연구에서 그 가능성이 언급되었다. 연구들 간의 이질성이 커서 정확한 평가를 위해서는 보다 큰 규모의 전향적 연구가 향후 필요하다.

4 만성 비부비동염 및 알레르기성 비염

가. 개요

만성 비부비동염(Rhinosinusitis, CRS)과 알레르기성 비염(Allergic Rhinitis, AR)은 상기도의 대표적인 만성질환으로, 서로 밀접한 연관성을 가지며 환자의 삶의 질을 크게 저하시키는 질환군이다. 만성 비부비동염은 12주 이상 지속되는 코막힘, 비루, 후비루, 후각 저하, 안면 통증 및 압박감 등의 증상이 특징이다. 알레르기성 비염은 환경 알레르겐(집먼지진드기, 꽃가루, 곰팡이, 동물 털 등)에 대한 면역학적 과민반응으로 발생하며(Nur Husna et al., 2022), 주요 증상은 재채기, 맑은 콧물, 코막힘, 코 가려움증이며, 눈 가려움, 결막 충혈과 동반되는 경우가 많다.

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2018년 Geramas 등은 만성 비부비동염의 발병 위험성과 간접흡연 노출 연관성에 대한 체계적 문헌고찰을 시도하였다. 코호트 연구 8편, 환자-대조군 연구 8편, 횡단면연구 12편, 설문 기반 연구 1편, 비교 연구 1편 등 총 30편의 연구가 포함되었으며, 지역은 북미(미국·캐나다) 15편, 유럽 6편, 아시아 9편 등이었다(Geramas et al., 2018). 그중 간접흡연 관련 주요 연구 결과는 다음과 같다. 미국 성인을 대상으로 한 환자-대조군 연구(환자 n=306, 대조군 n=306)에서 간접흡연 노출은 CRS 위험 증가와 유의하게 관련되었다(OR=2.20, 95% CI 1.30-3.80)(Tammemagi et al., 2010). 또 다른 미국 인구 기반 연구에서도 비슷한 경향이 확인되었으며(환자 n=306, 대조군 n=306), 간접흡연 노출군의 비부비동염 위험은 약 2.3배 높았다(OR=2.33, 95% CI 1.02-5.34)(Reh et al., 2009). 아울러 모발 니코틴 농도를 이용해 간접흡연 노출을 측정한 연구에서도 간접흡연 노출이 증가할수록 비부비동염 발생과 유의한 연관성이 관찰되었다(Wentzel et al., 2014). 중국의 환자-대조군 연구(환자 n=851, 대조군 n=10,636)에서는 유의한 결과는 도출하지 못하였으나, 간접흡연 노출 강도나 기간이 길수록 만성 비부비동염 발생 위험이 증가하는 용량-반응 관계가 관찰되었다(Shi et al., 2015). 아동의 경우 환자-대조군 연구에서, 아동기 및 현재 간접흡연 노출 모두 만성 비부비동염 발생 위험요인으로 확인되었으며, 특히 현재 간접흡연 노출은 만성 비부비동염 환자에서보다 심한 비부비동염 증상과 연관이 깊었다(Geramas et al., 2018). 간접흡연이 독립적으로 만성 비부비동염 발생과 중증도를 뚜렷하게 높인다는 일관된 증거를 제시하고 있다(Geramas et al., 2018).

2018년 Christensen 등은 만성 비부비동염과 간접흡연 연관성을 보기 위해 체계적 문헌고찰을 시도하였다. 연구 간의 이질성이 커 메타분석은 시행하지 못했다. 단면연구 총 6편을 리뷰하였는데, 연구 간의 결과가 불일치하여 연관성에 대한 결론을 내지 못하였다(Christensen et al., 2018).

2022년 Pang 등은 중국 소아의 알레르기성 비염과 간접흡연에 대한 연구들을 뽑아서 메타분석을 시행하였다. 분석에 포함된 간접흡연 연구 편수는 총 7편이었다. 연구 설계는 대부분 단면연구였다. 그 결과 통합 위험은 1.70배(95% CI 1.02-2.82)로 유의한 증가가 관찰되었다. 연구 간의 이질성(I^2)은 약 94.9%로 연구 간 차이가 컸다. 출판 비뚤림은 거의 없는 것으로 보인다(Pang et al., 2022).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연 노출과 만성 비부비동염 및 알레르기성 비염 발생 증가에 대해서 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 만성 비부비동염 및 알레르기성 비염 발생에 대해서는 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 그 가능성이 언급되었다. 성인에서 만성 비부비동염은 간접흡연과의 연관성이 일부 존재한다. 하지만 근거의 일관성, 강도에는 제한이 따른다. 소아 알레르기성 비염과 간접흡연에 대해서는 연구 간 이질성이 크고, 단면연구 밖에 없어 향후 대규모 전향적 연구가 필요하다.

5 호흡기계 감염(호흡기세포융합바이러스, 소아 반복성 호흡기감염)

가. 개요

호흡기세포융합바이러스(Respiratory Syncytial Virus, RSV)는 영유아 급성 하기도감염의 가장 흔한 원인으로, 모세기관지염과 폐렴을 일으키며 특히 생후 6개월 미만, 미숙아, 선천성 심질환이나 만성폐질환을 가진 아이에서 입원 위험이 높다(Asseri, 2025). 소아 반복성 호흡기감염(Recurrent Respiratory Tract Infections, RRTIs)은 성장기 아동에서 흔히 관찰되는 임상적 문제이다(Patria & Esposito, 2013). 환경적 요인의 영향을 크게 받는데, 부모 흡연·가정 내 간접흡연 노출은 다양한 연구에서 반복적 감염의 발생 및 중증도 증가와 밀접하게 연관된 것으로 보고되고 있다(USDHHS, 2014).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2024년 Deng 등은 5세 미만의 아동에서 호흡기세포융합바이러스 관련 하기도감염(acute lower respiratory infection, ALRI)에 미치는 간접흡연 영향에 대해 메타분석하였다. 포함된 연구는 총 47편(대부분 코호트 연구, 일부 환자-대조군 연구 포함)이었다. 우선 소아기 간접흡연 노출과 지역사회 호흡기세포융합바이러스 관련 하기도감염 발병 위험에 대해 분석한 결과 2편의 연구가 포함되었고, 통합 교차비 0.90(95% CI 0.72-1.13, $I^2=0\%$)로 지역사회 호흡기세포융합바이러스 관련 하기도감염 발병 위험과는 통계적으로 유의한 관련 없는 것으로 나타났다. 한편, 입원이 필요한 호흡기세포융합바이러스 관련 하기도감염 발병 위험과 관련해서는 포함 연구 수 3편으로, 교차비 1.93(95% CI 1.30-2.87)으로 유의한 상승을 보였고, 민감도 분석에서도 교차비 1.63(95% CI 1.33-1.98)으로 분석되어 간접흡연 노출 아동은 호흡기세포융합바이러스 관련 하기도감염으로 인한 입원 위험이 약 1.6-1.9배 증가한 것과 관련이 있는 것으로 나타났다(Deng et al., 2024).

2025년 Wang 등은 간접흡연 노출과 소아의 반복성 호흡기계 감염의 연관성에 대해 메타분석하였다. 총 포함 연구 수는 7편으로 교차비 1.13(95% CI 1.00-1.27)로 분석되어서 미세한 증가의 가능성을 제시하였다.

하지만 연구 설계별로 하위 분석했을 때는 코호트 연구나 단면연구, 환자-대조군 연구에서 모두 유의성은 관찰되지 않았다. 전체적으로 약한 위험인자일 가능성이 있지만 일관된 근거는 부족하다(Wang et al., 2025).

다. 한국인 대상 연구 사례

간접흡연 노출과 소아 호흡기질환 발생 위험 증가에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

1편의 메타분석 연구에서 5세 미만 소아의 간접흡연 노출은 호흡기 융합 바이러스에 의한 입원 위험을 증가시키는 것으로 분석되었다. 1편의 메타분석 연구에서 소아의 간접흡연 노출은 소아 반복성 호흡기감염과 연관이 없는 것으로 분석되었다. 간접흡연 노출은 호흡기 융합 바이러스에 의한 입원 위험과 관련이 있으나, 소아반복성 호흡기계 감염 발생 증가와 관련이 있는지는 근거가 불충분하다.

V

소결

간접흡연 노출은 암, 심뇌혈관질환, 호흡기질환의 발생 위험을 높이는 위해 요인이다. 암 영역에서 간접흡연 노출과 비흡연자 폐암 발생과의 연관성은 가장 견고하며, 가정, 직장 등 실내에서의 노출이 길고 강할수록 위험이 커지는 용량-반응이 확인된다. 폐암 외에도 유방암, 자궁경부암 등에서 위험도 상승이 반복적으로 보고되고 있으며, 두경부암 일부에서도 위험도 상승 경향이 관찰된다. 다만 암종에 따라 연구 설계와 교란요인 통제가 상이하여 근거의 일관성은 차별적이며, 방광암, 대장직장암 등은 결론을 내기 아직 이른다.

심혈관계에서는 간접흡연이 허혈성 심질환과 뇌졸중의 위험을 높이는 것으로 요약된다. 짧은 노출만으로도 혈관내피 기능 저하, 혈소판 응집 증가, 자율신경 불균형, 산화스트레스 상승이 유발되어 급성 사건을 촉발할 수 있다. 지역사회 전면 금연정책 시행 후 심장질환 입원이 감소하는 효과가 일관성 있게 관찰되어 정책 개입의 유효성이 뒷받침된다. 간접흡연은 저농도라도 반복, 누적될 경우 위해가 증가하므로 궁극적 목표는 유해인자에 최대한 노출되지 않도록 하는 것이다.

호흡기 영역에서는 산전(모체 흡연)과 출생 후 초기의 가정 내 노출이 소아의 의사 진단 천식, 천명 위험을 일관되게 증가시키며, 영유아기에서 영향이 특히 크다. 성인에서는 장기 간접흡연이 만성폐쇄성폐질환의 발생과 중증도를 높이는 경향이 있으며, 일부 집단(여성, 일부 아시아 지역)에서 효과가 더 크게 나타난다. 상기도 질환 중 만성 비부비동염과 연관이 있으나 정의·측정의 이질성으로 근거의 일관성이 약하고, 소아 알레르기 비염은 위험 증가가 보고되나 이질성이 커 신중한 해석이 요구된다. 전자담배의 간접 노출도 니코틴과 미세입자, 휘발성유기화합물에 의한 잠재적 위해가 우려되나, 장기 인체연구가 부족하여 추가 근거 축적이 필요하다. 취약집단(예: 영유아, 어린이, 임산부, 노인, 기저 호흡기질환자 등)은 간접흡연의 부정적 영향에 특히 민감하므로, 생활공간 전반에서의 노출이 되지 않도록 금연환경 조성이 핵심이다.

참고문헌

- Agache, I., Ricci-Cabello, I., Canelo-Aybar, C., Annesi-Maesano, I., Cecchi, L., Biagioni, B., Chung, K. F., D'Amato, G., Damialis, A., Del Giacco, S., De Las Vecillas, L., Dominguez-Ortega, J., Galán, C., Gilles, S., Giovannini, M., Holgate, S., Jeebhay, M., Nadeau, K., Papadopoulos, N., Quirce, S., ... Akdis, C. A. (2024). The impact of exposure to tobacco smoke and e-cigarettes on asthma-related outcomes: Systematic review informing the EAACI guidelines on environmental science for allergic diseases and asthma. *Allergy*, 79(9), 2346-2365.
- Aggarwal, S., Cepalo, T., Gill, S., Thipse, M., Clifton, K. L., Higginson, A., Vu, J., Bijelić, V., Barrowman, N., Giangio, S., & Radhakrishnan, D. (2023). Factors associated with future hospitalization among children with asthma: a systematic review. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma*, 60(3), 425-445.
- American Cancer Society. (2018, June 20). Risk factors for brain and spinal cord tumors in children. Cancer.org. <https://www.cancer.org/cancer/types/braifspinal-cord-tumors-children/causes-risks-prevention/risk-factors.html>.
- American Cancer Society. (2024, May 1). What is kidney cancer? Cancer.org <https://www.cancer.org/cancer/types/kidney-cancer/about/what-is-kidney-cancer.html>.
- American Cancer Society. (2025, February 11). Liver cancer risk factors. Cancer.org <https://www.cancer.org/cancer/types/liver-cancer/causes-risks-prevention/risk-factors.html>
- American Heart Association. (2024). Atherosclerosis. <https://www.heart.org/en/health-topics/cholesterol/about-cholesterol/atherosclerosis>.
- Ang, B. H., Teo, S. H., & Ho, W. K. (2024). Systematic Review and Meta-Analysis of Lifestyle and Reproductive Factors Associated with Risk of Breast Cancer in Asian Women. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention : a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 33(10), 1273-1285.
- Arafat, H. M., Omar, J., Muhamad, R., Al-Astani, T. A. D., Shafii, N., Al Laham, N. A., Naser, I., Shamallakh, O. M., Shamallakh, K. M., & Jebril, M. A. A. R. (2021). Breast Cancer Risk From Modifiable and Non-Modifiable Risk Factors among Palestinian Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, 22(7), 1987-1995.
- Arbyn, M., Weiderpass, E., Bruni, L., de Sanjosé, S., Saraiya, M., Ferlay, J., & Bray, F. (2020). Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *The Lancet. Global health*, 8(2), e191-e203.
- Aryanpur, M., Yousefifard, M., Oraili, A., Heydari, G., Kazempour-Dizaji, M., Sharifi, H., Hosseini, M., & Jamaati, H. (2019). Effect of passive exposure to cigarette smoke on blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of epidemiologic studies. *BMC pediatrics*, 19(1), 161.
- Asseri A. A. (2025). Respiratory Syncytial Virus: A Narrative Review of Updates and Recent

- Advances in Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis, Management and Prevention. Journal of clinical medicine, 14(11), 3880.
- Benjamin, E. J., Muntner, P., Alonso, A., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., Chamberlain, A. M., Chang, A. R., Cheng, S., Das, S. R., Delling, F. N., Djousse, L., Elkind, M. S. V., Ferguson, J. F., Fornage, M., Jordan, L. C., Khan, S. S., Kissela, B. M., Knutson, K. L., Kwan, T. W., ... American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee (2019). Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*, 139(10), e56-e528.
- Bonetti, P. O., Lerman, L. O., & Lerman, A. (2003). Endothelial dysfunction: a marker of atherosclerotic risk. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 23(2), 168-175.
- Cabanillas, M. E., McFadden, D. G., & Durante, C. (2016). Thyroid cancer. *Lancet (London, England)*, 388(10061), 2783-2795.
- Capitanio, U., & Montorsi, F. (2016). Renal cancer. *Lancet (London, England)*, 387(10021), 894-906.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Carotid artery disease. <https://www.cdc.gov/stroke/carotid-artery-disease.html>
- Chen, P., Li, Y., Wu, D., Liu, F., & Cao, C. (2023). Secondhand Smoke Exposure and the Risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 18, 1067-1076.
- Chen, Z., Shao, J., Gao, X., & Li, X. (2015). Effect of passive smoking on female breast cancer in China: a meta-analysis. *Asia-Pacific journal of public health*, 27(2), NP58-NP64.
- Christensen, D. N., Franks, Z. G., McCrary, H. C., Saleh, A. A., & Chang, E. H. (2018). A Systematic Review of the Association between Cigarette Smoke Exposure and Chronic Rhinosinusitis. *Otolaryngology-head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 158(5), 801-816.
- Criqui, M. H., & Aboyans, V. (2015). Epidemiology of peripheral artery disease. *Circulation research*, 116(9), 1509-1526.
- Cumberbatch, M. G., Rota, M., Catto, J. W., & La Vecchia, C. (2016). The Role of Tobacco Smoke in Bladder and Kidney Carcinogenesis: A Comparison of Exposures and Meta-analysis of Incidence and Mortality Risks. *European urology*, 70(3), 458-466.
- Cunalata-Paredes, A. V., & Gea-Izquierdo, E. (2020). COPD in the major nonsmoking adult: A systematic review and meta-analysis. *Archives of environmental & occupational health*, 76(6), 319-329.
- Dal Maso, L., Bosetti, C., La Vecchia, C., & Franceschi, S. (2009). Risk factors for thyroid cancer: an epidemiological review focused on nutritional factors. *Cancer causes & control : CCC*, 20(1), 75-86.

- Deng, S., Cong, B., Edgoose, M., De Wit, F., Nair, H., & Li, Y. (2024). Risk factors for respiratory syncytial virus-associated acute lower respiratory infection in children under 5 years: An updated systematic review and meta-analysis. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*, 146, 107125.
- Du, Y., Cui, X., Sidorenkov, G., Groen, H. J. M., Vliegenthart, R., Heuvelmans, M. A., Liu, S., Oudkerk, M., & de Bock, G. H. (2020). Lung cancer occurrence attributable to passive smoking among never smokers in China: a systematic review and meta-analysis. *Translational lung cancer research*, 9(2), 204-217.
- Duan, P., Wang, Y., Lin, R., Zeng, Y., Chen, C., Yang, L., Yue, M., Zhong, S., Wang, Y., & Zhang, Q. (2021). Impact of early life exposures on COPD in adulthood: A systematic review and meta-analysis. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 26(12), 1131-1151.
- European Society of Cardiology, & European Society of Hypertension. (2018). 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 39(33), 3021-3104.
- Feigin, V. L., Norrving, B., & Mensah, G. A. (2017). Global Burden of Stroke. *Circulation research*, 120(3), 439-448.
- Feigin, V. L., Brainin, M., Norrving, B., Martins, S. O., Pandian, J., Lindsay, P., F Grupper, M., & Rautalin, I. (2025). World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025. *International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society*, 20(2), 132-144.
- Feng, S., Liu, R., Thompson, C., & Colwell, B. (2025). The associations between secondhand smoke exposure and various cardiovascular diseases: A meta-analysis. *Nicotine & Tobacco Research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco*, ntaf111. Advance online publication.
- Fischer, F., & Kraemer, A. (2015). Meta-analysis of the association between second-hand smoke exposure and ischaemic heart diseases, COPD and stroke. *BMC public health*, 15, 1202.
- Geerts, C. C., Bots, M. L., van der Ent, C. K., Grobbee, D. E., & Uiterwaal, C. S. (2012). Parental smoking and vascular damage in their 5-year-old children. *Pediatrics*, 129(1), 45-54.
- Georgiopoulos, G., Oikonomou, D., Pateras, K., Masi, S., Magkas, N., Delialis, D., Ajdini, E., Vlachou, V., Stamatelopoulos, K., & Charakida, M. (2021). A Bayesian meta-analysis on early tobacco exposure and vascular health: From childhood to early adulthood. *European journal of preventive cardiology*, 28(12), 1315-1322.
- Geramas, I., Terzakis, D., Hatzimanolis, E., & Georgalas, C. (2018). Social Factors in the Development of Chronic Rhinosinusitis: a Systematic Review. *Current allergy and asthma reports*, 18(2), 7.
- Gimbrone, M. A., Jr, & García-Cardena, G. (2016). Endothelial Cell Dysfunction and the Pathobiology of Atherosclerosis. *Circulation research*, 118(4), 620-636.

- Global Initiative for Asthma. (2023). Global strategy for asthma management and prevention (2023 full report).
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2023). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2023 report).
- Gong, H., JR. (1990). Wheezing and Asthma. In H. K. Walker (Eds.) et. al., Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. (3rd ed.). Butterworths.
- Gottardo, N. G., & Gajjar, A. (2008). Chemotherapy for malignant brain tumors of childhood. Journal of child neurology, 23(10), 1149-1159.
- Hadi, H. A. R., Carr, C. S., & Al Suwaidi, J. (2005). Endothelial dysfunction: Cardiovascular risk factors, therapy, and outcome. Vascular Health and Risk Management, 1(3), 183-198.
- He, Z., Wu, H., Zhang, S., Lin, Y., Li, R., Xie, L., Li, Z., Sun, W., Huang, X., Zhang, C. J. P., & Ming, W. K. (2020). The association between secondhand smoke and childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. Pediatric pulmonology, 55(10), 2518-2531.
- Herbst, R. S., Morgensztern, D., & Boshoff, C. (2018). The biology and management of non-small cell lung cancer. Nature, 553(7689), 446-454.
- Hori, M., Tanaka, H., Wakai, K., Sasazuki, S., & Katanoda, K. (2016). Secondhand smoke exposure and risk of lung cancer in Japan: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies. Japanese journal of clinical oncology, 46(10), 942-951.
- Hu, Z., Ye, J., Shi, S., Luo, C., Wang, T., Liu, Y., Ye, J., Sun, X., Ke, Y., & Hou, C. (2024). Maternal smoking, consumption of alcohol, and caffeinated beverages during pregnancy and the risk of childhood brain tumors: a meta-analysis of observational studies. BMC public health, 24(1), 1238.
- International Agency for Research on Cancer. (n.d.). Pancreatic cancer. IARC. <https://www.iarc.who.int/cancer-type/pancreatic-cancer>
- Jayes, L., Haslam, P. L., Gratziau, C. G., Powell, P., Britton, J., Vardavas, C., Jimenez-Ruiz, C., Leonardi-Bee, J., & Tobacco Control Committee of the European Respiratory Society. (2016). SmokeHaz: Systematic Reviews and Meta-analyses of the Effects of Smoking on Respiratory Health. Chest, 150(1), 164-179.
- Jemal, A., Siegel, R., Ward, E., Hao, Y., Xu, J., Murray, T., & Thun, M. J. (2008). Cancer statistics, 2008. CA: a cancer journal for clinicians, 58(2), 71-96.
- Jia, X., Zhang, P., Meng, L., Tang, W., & Peng, F. (2024). The association between smoking exposure and endothelial function evaluated using flow-mediated dilation values: a meta-analysis. BMC cardiovascular disorders, 24(1), 292.
- Jung, Y. S., Kim, N. H., Yang, H. J., Park, S. K., Park, J. H., Park, D. I., & Sohn, C. I. (2018). The impact of passive smoking on the risk of colorectal neoplasia in never, former, and current smokers. Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia), 33(5), 1023-1030.

- Khoramdad, M., Vahedian-Azimi, A., Karimi, L., Rahimi-Bashar, F., Amini, H., & Sahebkar, A. (2020). Association between passive smoking and cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology(IUBMB) life*, 72(4), 677-686.
- Khoramdad, M., Solaymani-Dodaran, M., Kabir, A., Ghahremanzadeh, N., Hashemi, E. O., Fahimfar, N., Omid, Z., Mansournia, M. A., Olfatbakh, A., Salehiniya, H., & Haghighat, S. (2022). Breast cancer risk factors in Iranian women: a systematic review and meta-analysis of matched case-control studies. *European journal of medical research*, 27(1), 311.
- Kim, A. S., Ko, H. J., Kwon, J. H., & Lee, J. M. (2018). Exposure to Secondhand Smoke and Risk of Cancer in Never Smokers: A Meta-Analysis of Epidemiologic Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 1981.
- Kim, J. Y., Lee, D. W., Kim, M. J., Shin, J. E., Shin, Y. J., & Lee, H. N. (2021). Secondhand smoke exposure, diabetes, and high BMI are risk factors for uterine cervical cancer: a cross-sectional study from the Korea national health and nutrition examination survey (2010-2018). *BMC cancer*, 21(1), 880.
- Kim, K. N., Hwang, Y., Kim, K., Lee, K. E., Park, Y. J., Choi, J. Y., Park, D. J., Cho, B., Kang, D., & Park, S. K. (2019). Active and Passive Smoking, BRAFV600E Mutation Status, and the Risk of Papillary Thyroid Cancer: A Large-Scale Case-Control and Case-Only Study. *Cancer research and treatment*, 51(4), 1392-1399.
- Lee, P. N., & Hamling, J. S. (2016). Environmental tobacco smoke exposure and risk of breast cancer in nonsmoking women. An updated review and meta-analysis. *Inhalation toxicology*, 28(10), 431-454.
- Lee, P. N., Forey, B. A., Coombs, K. J., Hamling, J. S., & Thornton, A. J. (2018). Epidemiological evidence relating environmental smoke to COPD in lifelong non-smokers: a systematic review. *F1000Research*, 7, 146.
- Lee, P. N., Thornton, A. J., & Hamling, J. S. (2016). Epidemiological evidence on environmental tobacco smoke and cancers other than lung or breast. *Regulatory toxicology and pharmacology* : RTP, 80, 134-163.
- Lee, P. N., Thornton, A. J., Forey, B. A., & Hamling, J. S. (2017). Environmental Tobacco Smoke Exposure and Risk of Stroke in Never Smokers: An Updated Review with Meta-Analysis. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases* : the official journal of National Stroke Association, 26(1), 204-216.
- Liu, W., Wang, B., Xiao, Y., Wang, D., & Chen, W. (2020). Secondhand smoking and neurological disease: a meta-analysis of cohort studies. *Reviews on environmental health*, 36(2), 271-277.
- Lu, W., Zheng, F., Li, Z., Zhou, R., Deng, L., Xiao, W., Chen, W., Zhao, R., Chen, Y., Tan, Y., Li, Z., Liu, L., Tan, D., & Liu, N. (2022). Association Between Environmental and Socioeconomic

- Risk Factors and Hepatocellular Carcinoma: A Meta-Analysis. *Frontiers in public health*, 10, 741490.
- Lv, X., Sun, J., Bi, Y., Xu, M., Lu, J., Zhao, L., & Xu, Y. (2015). Risk of all-cause mortality and cardiovascular disease associated with secondhand smoke exposure: a systematic review and meta-analysis. *International journal of cardiology*, 199, 106-115.
- Macacu, A., Autier, P., Boniol, M., & Boyle, P. (2015). Active and passive smoking and risk of breast cancer: a meta-analysis. *Breast cancer research and treatment*, 154(2), 213-224.
- Malevolti, M. C., Maci, C., Lugo, A., Possenti, I., Gallus, S., Gorini, G., & Carreras, G. (2023). Second-hand smoke exposure and cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Journal of cancer research and clinical oncology*, 149(15), 14353-14363.
- Mariano, L. C., Warnakulasuriya, S., Straif, K., & Monteiro, L. (2022). Secondhand smoke exposure and oral cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Tobacco control*, 31(5), 597-607.
- Marur, S., & Forastiere, A. A. (2016). Head and Neck Squamous Cell Carcinoma: Update on Epidemiology, Diagnosis, and Treatment. *Mayo Clinic proceedings*, 91(3), 386-396.
- McGuigan, A., Kelly, P., Turkington, R. C., Jones, C., Coleman, H. G., & McCain, R. S. (2018). Pancreatic cancer: A review of clinical diagnosis, epidemiology, treatment and outcomes. *World journal of gastroenterology*, 24(43), 4846-4861.
- Mészáros, D., Burgess, J., Walters, E. H., Johns, D., Markos, J., Giles, G., Hopper, J., Abramson, M., Dharmage, S. C., & Matheson, M. (2014). Domestic airborne pollutants and asthma and respiratory symptoms in middle age. *Respirology*, 19(3), 411-418.
- Morice, A. H., Millqvist, E., Bieksiene, K., Birring, S. S., Dicpinigaitis, P., Domingo Ribas, C., Hilton Boon, M., Kantar, A., Lai, K., McGarvey, L., Rigau, D., Satia, I., Smith, J., Song, W. J., Tonia, T., van den Berg, J. W. K., van Manen, M. J. G., & Zacharasiewicz, A. (2020). ERS guidelines on the diagnosis and treatment of chronic cough in adults and children. *The European respiratory journal*, 55(1), 1901136.
- National Cancer Institute. (2025a). What is cancer? U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health. <https://www.cancer.gov/about-cancer/understanding/what-is-cancer>
- National Cancer Institute. (2025b). Bladder cancer causes & risk factors. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cancer.gov/types/bladder/causes-risk-factors>.
- National Heart, Lung, and Blood Institute. (2024). Carotid artery disease. <https://www.nhlbi.nih.gov/health/carotid-artery-disease>.
- Ni, X., Xu, N., & Wang, Q. (2018). Meta-Analysis and Systematic Review in Environmental Tobacco Smoke Risk of Female Lung Cancer by Research Type. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1348.
- Nicolau, L. G. C., Martins, W. P., Ferreira, A. C., Gallarreta, F. M. P., Lima, J. C., Barra, D. A., Mauad Filho, F., & Mauad, F. (2010). Maximum dilation of the brachial artery in smoking and

- nonsmoking pregnant and non-pregnant women. *Radiologia Brasileira*, 43(2), 85-89.
- Nur Husna, S. M., Tan, H. T., Md Shukri, N., Mohd Ashari, N. S., & Wong, K. K. (2022). Allergic Rhinitis: A Clinical and Pathophysiological Overview. *Frontiers in medicine*, 9, 874114.
- Okyere, D. O., Bui, D. S., Washko, G. R., Lodge, C. J., Lowe, A. J., Cassim, R., Perret, J. L., Abramson, M. J., Walters, E. H., Waidyatillake, N. T., & Dharmage, S. C. (2021). Predictors of lung function trajectories in population-based studies: A systematic review. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 26(10), 938-959.
- Ostrom, Q. T., Gittleman, H., Truitt, G., Boscia, A., Kruchko, C., & Barnholtz-Sloan, J. S. (2018). CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2011-2015. *Neuro-oncology*, 20(suppl_4), iv1-iv86.
- Pan, B., Jin, X., Jun, L., Qiu, S., Zheng, Q., & Pan, M. (2019). The relationship between smoking and stroke: A meta-analysis. *Medicine*, 98(12), e14872.
- Pando-Sandoval, A., Ruano-Ravina, A., Candal-Pedreira, C., Rodríguez-García, C., Represas-Represas, C., Golpe, R., Fernández-Villar, A., & Pérez-Ríos, M. (2022). Risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: A systematic review. *The clinical respiratory journal*, 16(4), 261-275.
- Pang, K., Li, G., Li, M., Zhang, L., Fu, Q., Liu, K., Zheng, W., Wang, Z., Zhong, J., Lu, L., Li, P., Zhou, Y., Zhang, W., & Zhang, Q. (2022). Prevalence and Risk Factors for Allergic Rhinitis in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2022, 7165627.
- Patria, M. F., & Esposito, S. (2013). Recurrent lower respiratory tract infections in children: a practical approach to diagnosis. *Paediatric respiratory reviews*, 14(1), 53-60.
- Pellegrino, R., Viegi, G., Brusasco, V., Crapo, R. O., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., van der Grinten, C. P., Gustafsson, P., Hankinson, J., Jensen, R., Johnson, D. C., MacIntyre, N., McKay, R., Miller, M. R., Navajas, D., Pedersen, O. F., & Wanger, J. (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *The European respiratory journal*, 26(5), 948-968.
- Ponsonby, A. L., Couper, D., Dwyer, T., Carmichael, A., Kemp, A., & Cochrane, J. (2000). The relation between infant indoor environment and subsequent asthma. *Epidemiology*, 11(2), 128-135.
- Possenti, I., Romelli, M., Carreras, G., Biffi, A., Bagnardi, V., Specchia, C., Gallus, S., & Lugo, A. (2024). Association between second-hand smoke exposure and lung cancer risk in never-smokers: a systematic review and meta-analysis. *European respiratory review : an official journal of the European Respiratory Society*, 33(174), 240077.
- Possenti, I., Scala, M., Carreras, G., Bagnardi, V., Bosetti, C., Gorini, G., Maci, C., Malevolti, M. C., Odone, A., Smits, L., Specchia, C., Gallus, S., & Lugo, A. (2024). Exposure to second-hand smoke and breast cancer risk in non-smoking women: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *British journal of cancer*, 131(7), 1116-1125.

- Quinton, A. E., Cook, C. M., & Peek, M. J. (2008). The relationship between cigarette smoking, endothelial function and intrauterine growth restriction in human pregnancy. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*, 115(6), 780-784. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2008.01691.x>.
- Reh, D. D., Lin, S. Y., Clipp, S. L., Irani, L., Alberg, A. J., & Navas-Acien, A. (2009). Secondhand tobacco smoke exposure and chronic rhinosinusitis: A population-based case-control study. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 23(6), 562-567.
- Roth, G. A., Mensah, G. A., Johnson, C. O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L. M., Barengo, N. C., Beaton, A. Z., Benjamin, E. J., Benziger, C. P., Bonny, A., Brauer, M., Brodmann, M., Cahill, T. J., Carapetis, J., Catapano, A. L., Chugh, S. S., Cooper, L. T., Coresh, J., Criqui, M., ... GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group (2020). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(25), 2982-3021.
- Shahunja, K. M., Sly, P. D., Begum, T., Biswas, T., & Mamun, A. (2022). Family, neighborhood and psychosocial environmental factors and their associations with asthma in Australia: a systematic review and Meta-analysis. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma*, 59(12), 2539-2552. <https://doi.org/10.1080/02770903.2021.2018707>.
- Sheng, L., Tu, J. W., Tian, J. H., Chen, H. J., Pan, C. L., & Zhou, R. Z. (2018). A meta-analysis of the relationship between environmental tobacco smoke and lung cancer risk of nonsmoker in China. *Medicine*, 97(28), e11389.
- Shi, J. B., Fu, Q. L., Zhang, H., Cheng, L., Wang, Y. J., Zhu, D. D., Lv, W., Liu, S. X., Li, P. Z., Ou, C. Q., & Xu, G. (2015). Epidemiology of chronic rhinosinusitis: Results from a cross-sectional survey in seven Chinese cities. *Allergy*, 70(5), 533-539.
- Shu, D., Chen, F., Zhang, C., Guo, W., & Dai, S. (2022). Environmental tobacco smoke and carotid intima-media thickness in healthy children and adolescents: a systematic review. *Open heart*, 9(1), e001790.
- Siegel, R. L., Miller, K. D., & Jemal, A. (2020). Cancer statistics, 2020. *CA: a cancer journal for clinicians*, 70(1), 7-30.
- Silvestri, M., Franchi, S., Pistorio, A., Petecchia, L., & Rusconi, F. (2015). Smoke exposure, wheezing, and asthma development: a systematic review and meta-analysis in unselected birth cohorts. *Pediatric pulmonology*, 50(4), 353-362.
- Sly, P. D., Devereill, M., Kusel, M. M., & Holt, P. G. (2007). Exposure to environmental tobacco smoke in cars increases the risk of persistent wheeze in adolescents. *Medical Journal of Australia*, 186(6), 322.
- Spence, J. D. (2016). Carotid artery disease. *BMJ*, 353, i3363.
- Stanojevic, S., Kaminsky, D. A., Miller, M. R., et al. (2022). ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *European Respiratory Journal*, 60(1), 2101499.

- Su, B., Qin, W., Xue, F., Wei, X., Guan, Q., Jiang, W., Wang, S., Xu, M., & Yu, S. (2018). The relation of passive smoking with cervical cancer: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 97(46), e13061.
- Tammemagi, C. M., Davis, R. M., Benninger, M. S., Holm, A. L., & Krajenta, R. (2010). Secondhand smoke as a potential cause of chronic rhinosinusitis: A case-control study. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 136(4), 327-334.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2006). The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2014). The health consequences of smoking—50 years of progress: A report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- van Osch, F. H. M., Jochems, S. H. J., Wesselius, A., van Schooten, F. J., Bryan, R. T., & Zeegers, M. P. (2018). A Stratified Meta-Analysis of the Association between Exposure to Environmental Tobacco Smoke during Childhood and Adulthood and Urothelial Bladder Cancer Risk. *International journal of environmental research and public health*, 15(4), 569.
- Villanueva A. (2019). Hepatocellular Carcinoma. *The New England journal of medicine*, 380(15), 1450-1462.
- Wakefield, M., Trotter, L., Cameron, M., Woodward, A., Inglis, G., & Hill, D. (2003). Association between exposure to workplace secondhand smoke and reported respiratory and sensory symptoms: Cross-sectional study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(6), 622-627.
- Wang, X., Wang, Z., & Wang, X. (2024). Passive smoking and risk of pancreatic cancer: an updated systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 12, e18017.
- Wang, X., Zheng, K., & Zhang, Q. (2025). Asthma identified as a major risk factor for recurrent respiratory tract infections in children: a meta-analysis of 29 studies. *The Journal of asthma : official journal of the Association for the Care of Asthma*, 62(3), 386-403.
- Wang, Y. T., Hu, K. R., Zhao, J., Ai, F. L., Shi, Y. L., Wang, X. W., Yang, W. Y., Wang, J. X., Ai, L. M., & Wan, X. (2023). The Association between Exposure to Second-Hand Smoke and Disease in the Chinese Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomedical and environmental sciences : BES*, 36(1), 24-37.
- Wang, Z., May, S. M., Charoenlap, S., Pyle, R., Ott, N. L., Mohammed, K., & Joshi, A. Y. (2015). Effects of secondhand smoke exposure on asthma morbidity and health care utilization in

children: a systematic review and meta-analysis. *Annals of allergy, asthma & immunology* : official publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology, 115(5), 396-401.e2.

Wentzel, J. L., Mulligan, J. K., Zachary, M. S., White, D. R., & Schlosser, R. J. (2014). Passive smoke exposure in chronic rhinosinusitis as assessed by hair nicotine. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 28(4), 297-301.

Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Himmelfarb, C. D., ... Wright, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults. *Hypertension*, 71(6), e13-e115.

World Health Organization. (n.d.). Breast cancer. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.

World Health Organization. (2019, September). Hypertension. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>.

World Health Organization. (2023a, June 26). Lung cancer. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lung-cancer>.

World Health Organization. (2023b, July 11). Colorectal cancer. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/colorectal-cancer>.

World Health Organization. (2024a, February 1). Global cancer burden growing, amidst mounting need for services. World Health Organization. <https://www.who.int/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing-amidst-mounting-need-for-services>.

World Health Organization. (2024b, March 5). Cervical cancer. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cervical-cancer>.

World Health Organization. (2024c, May 6). Asthma. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma>.

World Health Organization. (2024d, November 6). Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-%28copd%29>.

World Health Organization. (2025a, March 17). Oral health. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.

World Health Organization. (2025b, July 31). Cardiovascular diseases (CVDs). World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-%28cvds%29>.

Wu, C. W., Chuang, H. Y., Watanabe, K., Wu, P. S., Pan, H. C., Wang, C. L., Yang, C. C., Hung, C. H., Dai, C. Y., Ho, C. K., & Kawakami, N. (2022). Association between secondhand smoke and peripheral arterial disease: a meta-analysis of cross-sectional studies. *International archives of occupational and environmental health*, 95(5), 1091-1101.

- Xu, F., Mu, N., Song, Y., & Ma, M. (2025). Passive smoking and risk of head and neck cancer: a systematic review and meta-analysis. *European journal of cancer prevention : the official journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*, 34(5), 415-425.
- Yang, C., Wang, X., Huang, C. H., Yuan, W. J., & Chen, Z. H. (2016). Passive Smoking and Risk of Colorectal Cancer: A Meta-analysis of Observational Studies. *Asia-Pacific journal of public health*, 28(5), 394-403.
- Zhang, D., Liu, Y., Cheng, C., Wang, Y., Xue, Y., Li, W., & Li, X. (2020). Dose-related effect of secondhand smoke on cardiovascular disease in nonsmokers: Systematic review and meta-analysis. *International journal of hygiene and environmental health*, 228, 113546.

제5장

간접흡연 위해 평가 (2) 정신질환, 감염질환, 기타질환

I. 개요

II. 정신 및 신경질환

III. 감염질환

IV. 구강질환

V. 모체-태아 영향

VI. 기타 질환

VII. 전자담배 간접흡연의 건강영향

VIII. 소결

I 개요

부산대학교 의과대학 이승훈

최근에는 정신질환, 신경계 발달, 감염질환, 임신 및 출생 관련 결과 등 기존에 상대적으로 주목받지 못했던 다양한 건강영향에 대해서도 간접흡연(Secondhand smoke, SHS)과의 연관성이 보고되고 있다. 이러한 영역은 근거 수준이 아직 제한적이거나, 연구가 확대되면서 새로운 가능성이 제기되고 있다.

미국 보건의료총감보고서(US Surgeon General's Report)의 2006년 및 2014년 보고서는 간접흡연의 건강영향에 대한 근거 수준을 종합적으로 제시하면서, 일부 질환에서는 충분한 인과관계가 확인된 반면 정신·신경계, 감염질환, 모체-태아 영향 등 기타 영역에서는 여전히 불충분하거나 시사적 수준에 머무르고 있음을 지적한 바 있다(U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 2006; 2014).

첫째, 감염질환과 관련해서는 간접흡연과 결핵 감염 위험 간의 인과관계에 대한 증거는 불충분한 것으로 나타났다.

둘째, 정신·신경계질환 및 성장 발달과 관련해서는 간접흡연과 아동의 인지 기능 저하, 행동 문제, 성장(신장) 지연에 대해 증거가 불충분하며, 선천성 기형 역시 인과관계 추론을 뒷받침할 증거가 부족하다고 결론 내렸다.

셋째, 임신 및 출생 관련 결과에서는 임신 중 어머니의 간접흡연이 출생 체중 감소와 관련이 있다는 충분한 근거가 보고되었으나, 자연 유산 및 조산과의 관련성은 불충분하거나 시사적 수준이라고 보고하였다.

최근 10여 년간 축적된 국내외 연구는 이러한 한계를 보완하고, 기존에 과소평가되었던 영역의 가능성을 새롭게 부각시키고 있다. 아직 인과관계를 확정하기에는 근거가 부족하지만, 점차 연구가 누적되면서 기존에 불충분하다고 평가된 영역의 근거가 강화되는 양상을 보인다. 이는 간접흡연의 위해성이 특정 질환에 국한되지 않고, 생애주기 전반과 다양한 건강 영역에서 광범위하게 작용할 수 있음을 시사한다.

이에 본 장에서는 정신·신경계질환, 감염질환, 구강질환, 모체-태아 영향 및 기타 질환을 중심으로 총 136편의 국외 체계적 문헌고찰 연구와 총 53편의 국내 원저를 종합적으로 고찰하여 최신 과학적 근거를 종합하여 제시하고자 한다. 본 장에서의 주제별 근거 수준에 대해서는 다음과 같이 정의하였다(표 5-1).

〈표 5-1〉 주제별 근거 수준 및 기준

근거 수준	기준
충분	5편 이상의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 결과를 보고함
	3편 이상의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 결과를 보고함 + 1편 이상의 연구에서 용량-반응 관계를 보고함
	1편 이상의 우산 문헌고찰 + 1편 이상의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 결과를 보고함
강하게 시사	3편 이상의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 결과를 보고함
	2편 이상의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 결과를 보고함 + 1편 이상의 연구에서 용량-반응 관계를 보고함
	1편의 우산 문헌고찰 연구
시사하지만 근거 불충분	1편 이상의 체계적 문헌고찰 연구
근거 불충분	체계적 문헌고찰 연구가 없음
	체계적 문헌고찰 연구 간에 결과의 일관성, 경향성이 없음
	체계적 문헌고찰 연구 결과 유의한 결과가 보고되지 않음
	체계적 문헌고찰 연구의 질적 수준이 낮은 경우

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

II

정신 및 신경질환

1 우울증

가. 개요

우울증은 흥미의 감소 또는 기분 저하를 주요 증상으로 하는 질환으로, 전 세계적으로 유병률이 점차 증가하는 추세이며 사회, 경제적으로 많은 부담을 주고 있다(Moreno-Agostino et al., 2021). 우울증의 발병은 다양한 요인과 복합적으로 연관이 있는데, 유전적인 요인, 인구학적 요인, 생활 습관, 환경적 요인 등이 기여하는 것으로 알려져 있다(Zhang et al., 2024). 만성적인 니코틴 노출은 니코틴 아세틸콜린 수용체 아형의 선택적 발현과 민감도에 영향을 미치고, 세로토닌 조절에도 관여하여 불안 장애 및 우울증과 같은 정신질환과 연관이 있음이 잘 알려져 있다(Bertrand, 2005).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연과 우울 증상 간의 연관성을 알아보기 위한 체계적 문헌고찰 또는 메타분석 연구는 총 7편이 검색되었다. 2019년에 Han 등이 발표한 간접흡연 노출과 우울 증상 간의 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서 총 24개의 연구를 분석한 결과 간접흡연 노출군의 우울 증상 발생 가능성이 유의하게 높았다는(OR=1.32, 95% CI 1.25-1.39) 결과를 보고하였다. 특히, 용량-반응 메타분석에서 간접흡연 노출량이 증가할수록 우울 증상 위험도 함께 증가하는 선형적 증가 관계가 확인되었는데, 일주일 동안의 노출 일수 증가에 따라 1.57배씩 우울 증상 위험이 상승(OR=1.57, 95% CI 1.26-1.87)하는 것으로 보고되었다(Han et al., 2019).

이에 앞서 2016년에 발표된 Zeng and Li의 연구에서도 유사한 결과를 보여준다. 간접흡연과 성인의 정신 건강에 대한 총 11개의 단면연구를 메타분석한 결과 간접흡연 노출은 우울 증상(OR=1.60, 95% CI 1.35-1.90) 및 심리적 스트레스(OR=1.32, 95% CI 1.11-1.56)와 유의한 연관이 있음을 보고하였다(Zeng & Li, 2016).

한편, 2024년에 발표된 Zhang 등의 실내공기오염인자와 우울증에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서 총 12개의 연구를 분석하였으며, 실내공기오염 노출은 우울증 발생과 유의하게 연관되어 있음(RR=1.22, 95% CI 1.13-1.31)을 보고하였다. 다만, 하위그룹 분석에서 간접흡연과 우울증 간의 연관성을 평가한 7개의 연구를 메타분석한 결과 유의한 결과는 확인되지 않았고, 높은 이질성이 확인되었다(RR=1.11, 95% CI 0.87-1.41, $I^2=80\%$)(Zhang et al., 2024).

간접흡연과 임신 전후기 여성의 우울 증상에 대한 연구들도 활발히 진행되었는데, 2023년에 발표된 Al-Abri 등의 연구에서 128개의 체계적 문헌고찰을 대상으로 분석을 진행한 결과 임신 중 우울증의 유병률은 28.5%, 산후 우울증의 유병률은 27.6%로 나타났으며, 임신 전 병력, 스트레스 사건 경험 등과 함께 간접흡연도

임신 전후기 우울증 발생의 위험을 유의하게 증가시키는 요인(OR=1.77, 95% CI 1.12-2.79)으로 보고되었다(AI-Abri et al., 2023). 해당 문헌을 세부적으로 살펴보면 우울 증상뿐만 아니라 분만 전 자살 사고의 위험 또한 유의하게 증가하는 것(OR=1.75, 95% CI 1.14-2.70)으로 보고되었다(Suzuki et al., 2019a).

2024년에도 Padhani 등에 의해 부모의 임신 전후기 우울증의 발병과 위험인자에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구가 발표되었는데 총 61개의 연구를 분석한 결과 산전 우울증의 유병률은 37%, 산후 우울증은 출산 후 3개월, 6개월, 12개월 시점에서 각각 34.2%, 40.9%, 43.1%의 유병률을 보였다. 산모의 우울증과 관련된 주요 위험요인으로 다산, 피임 실패, 불충분한 산전관리와 함께 간접흡연이 보고되었고, 특히 간접흡연 노출은 산전 우울증의 위험을 2.68배(95% CI 1.73-4.17) 높인다고 보고되었다(Padhani et al., 2024).

한편, 청소년과 아동을 대상으로 한 연구들에서도 간접흡연과 우울 증상 간의 관련성이 보고되고 있다. 2022년에는 Christian and Kim이 어린이와 청소년의 간접흡연 노출 장소와 우울증 간의 연관성을 분석한 체계적 문헌고찰 연구를 발표하였다. 대한민국, 스페인, 중국 등에서 진행된 6편의 연구에서 가정 내 흡연 노출량이 많을수록 우울증의 위험이 증가하는 용량-반응 관계가 보고되었다(Christian & Kim, 2022). 2편의 연구에서 학교에서 학교 내 간접흡연 노출을 조사하였으며, 이중 한 연구에서는 교사로부터 간접흡연에 노출된 경우 우울 증상 위험이 1.52배(95% CI 1.13-2.06) 증가하였으며, 같은 반 학생에 의한 노출 시에는 1.99배(95% CI 1.42-2.80) 증가하는 것으로 보고되었고, 용량-반응 관계 또한 확인되었다. 또한, 차량에서의 간접흡연 노출을 조사한 연구도 1편 확인되었으며, 단면 조사에서 간접흡연에 노출된 어린이들의 우울 증상 점수가 대조군에 비해 유의하게 더 높았을 뿐만 아니라($\beta=0.06$, 95% CI 0.03-0.08) 학년 간의 종단 조사에서도 일관된 결과가 확인되었다(Huang et al., 2018).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

한국인을 대상으로 진행된 우울 증상과 관련된 국내 연구는 총 15편이 확인되었다. 청소년건강행태조사 자료를 활용한 연구가 다수 검색되었는데, 2017년 Bang 등이 발표한 제11차 청소년건강행태조사 자료 분석 연구에서도 간접흡연 노출 그룹이 비노출 그룹보다 우울(OR=1.34, 95% CI 1.29-1.40), 스트레스(OR=1.19, 95% CI 1.15-1.24), 자살 생각(OR=1.30, 95% CI 1.23-1.38), 자살 계획(OR=1.44, 95% CI 1.31-1.58), 자살 시도(OR=1.51, 95% CI 1.34-1.69) 위험이 모두 유의하게 높았다($p<0.001$). 또한, 간접흡연 경험이 증가할수록 각 정신건강 지표의 교차비가 높아지는 용량-반응 관계가 관찰되었다(Bang et al., 2017).

이와 유사하게, 2020년 Jang 등이 발표한 제14차 청소년건강행태조사 데이터를 활용한 연구에서는 비흡연 청소년의 우울 증상과 간접흡연 노출 간의 연관성을 분석하였다. 연구 결과, 가정과 학교 모두에서 간접흡연에 노출된 경우 우울 증상 위험이 가장 높았으며(남학생: OR=1.61, 95% CI 1.44-1.80; 여학생: OR=1.72, 95% CI 1.54-1.91), 다음으로 학교에서의 간접흡연 노출(남학생: OR=1.53, 95% CI 1.39-1.67; 여학생: OR=1.36, 95% CI 1.25-1.48)과 가정 내 간접흡연 노출(남학생: OR=1.23, 95% CI 1.12-1.35; 여학생: OR=1.30, 95% CI 1.20-1.40) 순으로 나타났다(Jang et al., 2020).

한편, Kim and Kim(2020)은 또 다른 제14차 청소년건강행태조사 분석에서 간접흡연 노출이 가정에서 23.0%, 학교에서 20.0%, 공공장소에서 51.4%로 보고하였다. 간접흡연 노출은 스트레스, 불충분한 수면, 우울 증상, 자살 생각과 관련이 있었으며, 특히 공공장소 노출 시 우울 증상 위험이 2.31배(95% CI 2.16-2.46), 자살 사고 위험이 2.23배(95% CI 2.04-2.44) 높았다. 층화 분석에서도 간접흡연 노출은 비흡연자와 흡연자 모두에서 정신건강 악화와 연관이 있었다(Kim & Kim, 2020).

또한, Park and Lee(2021)는 2019년 청소년건강행태조사 자료를 분석한 연구에서 궤련형 전자담배 사용 청소년을 대상으로 간접흡연 노출과 자살 생각을 평가하였다. 가정 내 간접흡연 노출 시 자살 생각 위험은 1.37배(95% CI 1.10-1.70), 공공장소 노출 시 1.44배(95% CI 1.18-1.75)였다. 자살 시도 위험은 가정 내 노출 시 1.88배(95% CI 1.37-2.57), 학교 내 노출 시 1.45배(95% CI 1.06-2.00), 공공장소 노출 시 2.21배(95% CI 1.63-3.00)였다(Park & Lee, 2021).

국민건강영양조사 자료를 이용한 연구들도 다수 확인되었는데, 2016년에 Lee 등이 발표한 2013년 국민건강영양조사 자료 활용 연구에서는 간접흡연 노출군이 비노출군보다 우울감(OR=1.79, 95% CI 1.29-2.47), 인지된 스트레스(OR=1.74, 95% CI 1.35-2.23), 자살 생각(OR=1.72, 95% CI 1.11-2.65)에서 유의하게 높았다. 그러나, 의사 진단 우울증에서는 유의한 차이가 없었고, 성별 분석에서는 남성에서 연관성이 없었으나 여성에서만 간접흡연이 우울감, 스트레스, 자살 생각과 관련이 있었다(Lee et al., 2016).

이외에도, 2015년 Jung 등은 제4차 및 제5차 국민건강영양조사 자료 분석에서는 현재 흡연 여부와 관계없이, 가정에서 간접흡연에 노출된 여성은 비노출 여성보다 우울 증상 위험이 높았다고 보고했다(현재 흡연자: OR=1.43, 95% CI 1.04-1.96; 과거 흡연자: OR=2.32, 95% CI 1.04-5.16; 비흡연자: OR=1.25, 95% CI 1.08-1.43). 또한, 노출 기간이 길수록 우울 증상 위험이 높아지는 용량-반응 관계가 확인되었다 (Jung et al., 2015).

2016년에 Gim 등은 제4차 국민건강영양조사(2007-2009) 자료를 활용하여 간접흡연이 우울 증상 및 자살 생각에 미치는 영향을 분석하였다. 다변량 로지스틱 회귀 분석에서 간접흡연 노출군의 우울 증상은 유의한 관계가 없었으나(OR=1.02, 95% CI 0.87-1.30), 자살 생각은 유의하게 더 높았다(OR=1.43, 95% CI 1.14-1.80) (Gim et al., 2016).

2021년에 Park 등은 국민건강영양조사(2014, 2016, 2018년) 자료를 이용하여 비흡연자의 담배연기 노출과 우울 증상 간의 연관성을 분석하였다. 소변 코티닌 농도가 높을수록 우울 증상 점수 위험이 증가하였으며 (OR=1.15, 95% CI 1.07-1.23), 간접흡연 노출 시에도 위험이 높았다(OR=1.55, 95% CI 1.21-1.98). 또한, 우울 증상이 높은 그룹의 평균 소변 코티닌 농도는 대조군보다 유의하게 높았다(Park et al., 2021).

2019년에 Kim 등은 국민건강영양조사(2016) 자료를 분석하여 성인 비흡연자의 간접흡연 노출과 우울증 간의 연관성을 평가하였다. 높은 우울 증상 그룹은 높은 소변 코티닌 농도와 관련이 있었다(OR=1.82, 95% CI 1.02-3.26)(Kim et al., 2019).

2022년에 Kim 등은 국민건강영양조사(2014, 2016, 2018년) 자료를 분석하여 직장 내 간접흡연과 근로자의 우울증 간의 관계를 평가하였다. 전체 자료에서 직장 내 간접흡연 노출은 근로자의 우울증과 유의한 관계가 확인되었고(OR=1.57, 95% CI 1.30-1.88), 연도별로 교차비가 증가하는 추세를 보였다(2014년: OR=1.07, 95% CI 0.79-1.44; 2016년: OR=1.88, 95% CI 1.34-2.64; 2018년: OR=2.07, 95% CI 1.43-2.99). 층화 분석에서도 장시간 근무 그룹과 남성 근로자뿐만 아니라 현장직 및 사무직 근로자 모두에서 간접흡연과 우울증 사이에 유의미한 연관성이 있음을 보여주었다(Kim et al., 2022)

2021년에 Choi 등은 제8차 국민건강영양조사(2019) 자료를 분석하여 간접흡연 노출 장소와 정신건강 간의 관계를 조사하였다. 다중 로지스틱 회귀 분석 결과, 직장 실내 간접흡연 노출은 우울증, 스트레스, 자살 생각과 관련이 있었으며, 특히 우울증은 2.21배(95% CI 1.39-3.50) 더 높았다. 반면에 가정, 공공장소는 유의한 결과를 보이지 않았다(Choi et al., 2021).

지역사회건강조사 자료를 활용한 연구도 2편 검색되었다. 2017년에 Choi and Kim은 2011년과 2013년 지역사회건강조사 자료를 이용하여 우울 증상의 지역별 불균형과 건강결정 요인을 평가하였다. 일부 지역에서 간접흡연 노출이 우울 증상과 유의한 연관성을 보였다(Choi & Kim, 2017).

2016년에 Kim 등은 2011년 지역사회건강조사 자료를 분석하여 한국 성인의 간접흡연 노출 시간과 정신건강 지표 간의 관계를 평가하였다. 간접흡연 노출 1-3시간/일 그룹의 우울 증상은 1.44배(95% CI 1.14-1.82), 3시간 이상/일 그룹은 1.59배(95% CI 1.46-1.74)였다. 진단받은 우울증의 경우, 3시간 이상/일 그룹은 1.37배(95% CI 1.20-1.58)였다. 이러한 연관성은 지역별로 유의미한 차이를 보이지 않았다(Kim et al., 2016).

한편, 2015년에 Kim 등은 한국인유전체역학조사 강화 코호트(2008-2011)에 참여한 39-85세 여성 1,249명을 대상으로 간접흡연 노출과 우울증 간의 연관성을 분석하였다. 전반적 간접흡연 노출은 우울증을 1.72배(95% CI 1.25-2.37) 증가시켰고, 가끔 노출은 1.56배(95% CI 1.09-2.24), 규칙적 노출은 2.19배(95% CI 1.30-3.69) 더 높았다(Kim et al., 2015).

마지막으로, 2016년에 Kim 등은 한국 농촌 고등학교 학생 1,071명을 대상으로 간접흡연 노출과 우울 증상 간의 관계를 분석하였다. 규칙적 간접흡연 노출은 남학생의 우울 증상 위험을 증가시켰으며, 연령, 체질량지수, 연구 연도를 보정 시 2.17배(95% CI 1.11-4.25), 추가로 운동과 가구 소득을 보정 시 3.65배(95% CI 1.52-8.73) 증가시켰다(Kim et al., 2016).

라. 종합

간접흡연과 우울 증상 및 우울증 위험 증가에 대해 다수의 체계적 문헌고찰 연구를 통해 일관된 유의한 결과를 보였으며, 용량-반응 관계 또한 확인되었다. 따라서 간접흡연으로 인한 우울 증상 및 우울증 증가 위험에 대한 근거는 충분하다고 판단한다. 또한 한국인 대상 연구 또한 다수 진행되었으며, 일관되게 간접흡연으로 인한

우울 증상 증가 위험을 보고하였다. 다만, 국내 연구의 경우 단면연구만 진행되었으므로, 향후 전향적 연구 또는 체계적 문헌고찰 연구 등을 통해 보강될 필요가 있다.

2 신경 발달 장애 (주의력결핍과잉행동장애, 자폐 스펙트럼 장애 등)

가. 개요

신경 발달 장애는 뇌 발달의 다양한 형태의 방해로 인해 발생하는 광범위한 장애를 일컬으며, 자폐 스펙트럼 장애(Autism Spectrum Disorder, ASD), 주의력결핍과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD), 학습장애, 지적 장애, 의사소통 장애, 운동 장애,品行 장애(conduct disorder) 등이 포함된다(Thapar et al., 2017). 간접흡연 노출은 산화 스트레스를 통해 세포와 조직의 손상을 야기하여 어린이의 신경발달 장애와 연관될 수 있다고 알려져 있다(Braun et al., 2020).

이중 주의력결핍과잉행동장애는 부적절한 과잉행동, 집중력 부족과 충동 조절능력 저하의 증상을 보이는 흔한 신경발달 장애로 학령기 어린이의 약 5%에서 발병한다고 보고된다(Wong et al., 2019). 주의력결핍과잉행동장애의 발병기전은 정확하게 알려지지 않았으나 다양한 유전적, 비유전적 요인 및 이들의 상호작용에 의해 영향을 받으며 단일한 원인이 없고, 위험 노출이 반드시 질환의 발병으로 이어지지 않는다고 알려져 있다. 즉 유전적 요인이 존재할 때, 임신 중 흡연과 같은 모체의 위험 행동, 임신 및 출산 합병증, 담배연기와 같은 독성물질 노출, 감염, 영양 등의 환경적 요인 등이 복합적으로 작용하여 발병할 수 있다(Thapar et al., 2012).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연과 신경발달 장애 간의 연관성을 알아보기 위한 체계적 문헌고찰 또는 메타분석 연구는 총 8편이 검색되었다. 그중 질병 전반에 대한 연구 2편, 주의력결핍과잉행동장애 관련 연구 4편, 자폐 스펙트럼 장애 관련 연구 1편,品行 장애 관련 연구 1편이 검색되었다. 각 연구들의 간접흡연 노출 시기는 출산 전 산모의 직접흡연, 모체의 간접흡연 노출, 출생 후 간접흡연 노출 등 다양하였다.

2023년에 Chen 등은 임신 중 산모의 직접흡연과 소아 신경발달 장애의 연관성을 평가한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 8편의 연구를 포함한 분석에서 직접흡연은 신경발달 장애 위험 증가와 관련이 있었으며(OR=1.91, 95% CI 1.30-2.80), 특히 발달성 협응장애(Developmental Coordination Disorder, DCD) 위험이 2.25배(95% CI 1.35-3.75) 높았다. 반면, 소아의 뚜렛 증후군과는 유의한 연관성이 없었다(OR=1.07, 95% CI 0.66-1.73)(Chen et al., 2023).

이어, 2024년에 Ou 등은 신경발달 장애와 간접흡연 노출 시기를 규명하기 위한 체계적 문헌고찰 및 메타 분석을 수행하였다. 총 54편의 연구를 분석한 결과, 간접흡연 노출은 신경발달 장애 전반, 특히 주의력결핍과잉행동장애와 학습장애 위험 증가와 유의한 관련이 있었으나, 위험 시기에 대해서는 결론을 내리지 못했다(Ou et al., 2024).

출산 전 산모의 흡연 또는 간접흡연 노출과 자녀의 주의력결핍과잉행동장애 발생에 대한 연구가 3편이 확인되었는데, 2018년에 Dong 등은 21편의 연구를 메타분석한 결과, 임신 중 흡연은 자녀의 주의력결핍과잉행동장애 발생 위험을 1.56배(95% CI 1.41-1.73) 증가시켰으며, 부모의 정신병력을 보정한 하위그룹 분석에서도 유의한 결과가 나타났다(OR=1.68, 95% CI 1.46-1.94). 임신 중 비흡연 산모가 간접흡연에 노출된 경우, 4편의 단면연구 메타분석에서는 유의한 결과가 없었으나, 부모의 정신병력을 보정한 2편의 코호트 연구에서는 주의력결핍과잉행동장애 발병 위험이 1.24배(95% CI 1.19-1.39) 높았다(Dong et al., 2018).

2025년에 Mohammadian 등은 임신 중 직접흡연과 자녀의 주의력결핍과잉행동장애 발생 위험에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 55편의 연구를 분석한 결과, 임신 중 흡연은 자녀의 주의력결핍과잉행동장애 위험을 1.71배(95% CI 1.55-1.88) 증가시켰다. 하위그룹 분석에서는 단면연구(OR=2.37, 95% CI 1.72-3.28), 환자-대조군 연구(OR=1.72, 95% CI 1.49-2.00), 코호트 연구(OR=1.53, 95% CI 1.34-1.74)로 연구 설계와 관계없이 일관된 경향을 보였다. 지역별 분석에서는 아시아 지역에서의 교차비가 2.32배(95% CI 1.60-3.35)로 가장 높게 확인되었다(Mohammadian et al., 2025).

한편, 2024년에 Koppelmaa 등은 임신 중 흡연 노출이 주의력결핍과잉행동장애의 신경생물학적 기전에 미치는 영향을 평가하였다. 총 20편의 연구를 고찰한 결과, 조기 외상 경험, 기관 보호, 임신 중 흡연 등은 주의력결핍과잉행동장애 아동의 뇌 구조·기능·연결성 변화와 관련이 있었다. 특히 임신 중 흡연에 노출된 아동에서 소뇌 용적 감소, 억제 조절 과제 수행 시 전측 대상피질·하측 전두회·두정하소엽의 활성화 저하가 보고되었으며, 이러한 변화가 유전적 요인과 정신건강 문제 발생 간의 매개 요인으로 작용한다고 분석되었다(Koppelmaa et al., 2024).

출생 후 간접흡연 노출과 주의력결핍과잉행동장애 발병 간의 연관성을 평가한 연구도 1편 확인되었다. 2021년에 Huang 등은 총 9편의 연구를 포함한 체계적 문헌고찰 및 메타분석에서, 출생 후 간접흡연에 노출된 어린이의 주의력결핍과잉행동장애 위험이 1.61배(95% CI 1.37-1.88) 높았고, 행동문제 위험도 1.33배(95% CI 1.00-1.77) 증가하는 경향이 관찰되었다. 부모의 정신건강을 보정한 4편의 연구 메타분석에서는 주의력결핍과잉행동장애 위험이 1.82배(95% CI 1.36-2.45) 높았다(Huang et al., 2021).

한편, 2017년에 Jung 등은 임신 중 직접흡연과 자폐 스펙트럼 장애 간 연관성에 대한 인구집단 수준 메타분석을 수행하였다. 총 22편의 관찰연구 메타분석에서 전체적으로 유의한 연관성은 없었으나(OR=1.16, 95% CI 0.97-1.40), 연구들 간에 심각한 이질성이 확인되었기 때문에($I^2=94.08\%$, $p<0.001$) 이를 파악하기 위해 하위그룹 분석을 진행했다. 하위그룹 분석에서는 유럽(OR=1.14, 95% CI 1.08-1.19)과 아시아(OR=3.02, 95% CI 1.93-4.73)에서 위험 증가가 관찰되었다. 반면, 북미에서는 유의한 연관이 없었다(OR=1.00, 95% CI 0.77-1.28). 또한 국가의 성인 남성 흡연율이 높을수록 임신 중 흡연과 자폐 스펙트럼 장애의 연관성이 증가하는 경향이 보고되었다($z=2.55$, $p=0.011$)(Jung et al., 2017).

마지막으로, 2023년에 Glenn 등은 출산 후 간접흡연 노출과 어린이品行 장애 간의 연관성을 분석하였다. 임신 중 간접흡연 노출 여부를 통제한 13편의 연구 중 9편에서, 출산 후 간접흡연 노출군의品行 장애 위험이 유의하게 높았다. 이는 임신 중 노출 여부와 무관하게, 출산 후 간접흡연이品行 장애의 추가 위험요인으로 작용함을 시사한다(Glenn et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

먼저, 2018년에 Kim 등은 간접흡연 노출의 생체지표인 소변 코티닌 수치와 주의력결핍과잉행동장애 및 자폐 스펙트럼 장애 증상 간의 연관성을 조사하였다. 총 520명의 아동(ADHD n=200, ASD n=67, 대조군 n=253)을 대상으로 한국형 주의력결핍과잉행동장애 평가척도(Korean Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Rating Scale, K-ARS), 자폐 스펙트럼 선별 질문지(Autism Spectrum Screening Questionnaire, ASSQ), 아동 행동평가 시스템 2판(Behavior Assessment System for Children, Second Edition, BASC-2)을 이용하여 평가하였다. 소변 코티닌 수치는 K-ARS 점수($\beta=4.00$, $p<0.001$), ASSQ 점수($\beta=1.71$, $p=0.030$), BASC-2의 행동문제 하위 척도($\beta=1.68-3.52$, $p<0.001-0.045$), 연속수행검사의 누락 오류($\beta=6.21$, $p<0.001$) 및 오경보 오류($\beta=8.42$, $p=0.019$)와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한 코티닌 수치는 주의력결핍과잉행동장애 유병률 증가(OR=1.55, 95% CI 1.05-2.30) 및 자폐 스펙트럼 장애 유병률 증가(OR=1.89, 95% CI 1.12-3.21)와도 연관이 있었다(Kim et al., 2018).

이어, 2023년에 Lee and Lee는 2007-2019년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 주의력결핍과잉행동 장애 진단과 흡연 또는 간접흡연 간의 연관성을 분석하였다. 19세 미만 16,434명을 대상으로 한 분석에서, 직접흡연은 주의력결핍과잉행동장애와 유의하게 연관되었으며(OR=1.22, 95% CI 1.02-1.64), 간접흡연과 주의력결핍과잉행동장애는 유의한 연관을 보이지 않았다(OR=1.42, 95% CI 0.86-2.64)(Lee & Lee, 2023).

또한, 2017년에 Joo 등은 간접흡연과 낮은 수준의 납 노출이 아동의 주의력결핍과잉행동장애 및 하위 증상과 연관성이 있는지 평가하였다. 49개 초등학교에서 지역사회 기반 환자-대조군 연구를 수행한 결과, 낮은 수준의 납 노출(기하평균=1.65 μ g/dL)은 주의력결핍과잉행동장애, 특히 부주의와 관련이 있었다(OR=1.67, 95% CI 1.07-2.59). 반면, 간접흡연 노출은 주로 과잉행동·충동성(OR=3.85, 95% CI 1.55-9.56)과 연관되었으며, 납-간접흡연 복합 노출은 부주의와 과잉행동·충동성 모두에서 주의력결핍과잉행동장애 위험을 증가시켰다. 아동의 간접흡연 노출은 혈중 납 농도와 과잉행동·충동성 간 관계를 약 73% 매개하는 것으로 나타났다(Joo et al., 2017).

한편, 2020년에 Park 등은 5-9세 어린이를 대상으로 간접흡연 노출과 행동 문제의 종단적 연관성을 평가하였다. 5세 때 소변 코티닌 수치를 측정하고, 5, 7, 9세에 한국판 아동행동 체크리스트를 이용하여 행동문제를 평가하였다. 코티닌 수치가 높은 아동군은 5세부터 9세까지 총 행동 문제 점수와 외현화 행동 문제 점수가 지속적으로 높았다. 이러한 경향은 조산 여부, 부의 교육 수준, TV 시청 시간을 조정 한 후에도 동일하게 나타났으며, 본페로니 보정 후에도 유의하였다(각각 $p=0.02$, $p=0.04$). 다만, 코티닌 수치의 고정효과는 통계적으로 유의하지 않았으나 유의 수준에 근접하였다(Park et al., 2020).

마지막으로, 2018년에 Yang 등은 가정 내 간접흡연 노출과 아동·청소년의 문제 행동 간의 연관성을 분석하였다. 한국 아동·청소년 환경보건조사(2012-2014) 자료에서 현재 흡연자 163명을 제외한 3-18세 아동 2,167명이 연구에 포함되었다. 가정 내 간접흡연 노출률은 3-5세 아동 20%, 6-11세 아동 28%, 12-18세 아동 39%였다. 간접흡연 노출은 아동·청소년의 문제 행동과 연관이 있었으며, 6-11세와 12-18세 아동에서 총 문제 행동 점수가 각각 2.46점(95% CI 0.60-4.32), 2.74점(95% CI 0.74-4.74) 높았다. 인구 기여 분율은 6-11세 아동 10.66%(95% CI 3.25-17.55), 12-18세 아동 11.62%(95% CI 3.03-18.96)였으며, 외현화 문제를 가진 아동에서 더 높았다. 한국에서 가정 내 간접흡연 노출은 아동 및 청소년의 문제 행동과 연관되어 있으며, 인구 기여 분율이 약 10% 이상인 것으로 나타났다(Yang et al., 2018).

라. 종합

이상의 연구들을 종합해 볼 때, 간접흡연은 신경발달 장애의 위험 증가와 유의한 연관이 있다고 판단할 수 있다. 특히, 주의력결핍과잉행동장애 발생 위험 증가에 대해서는 다수의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 유의한 결과를 확인하였으므로 근거가 충분하다고 판단된다. 임신 중 흡연 및 간접흡연 노출, 출생 후 간접흡연 노출 모두 주의력결핍과잉행동장애 발생의 위험을 유의하게 증가시킬 수 있다. 또한 한국인 대상 연구들에서도 일관된 결과가 확인되었다. 다만, 국내 연구의 경우 단면연구만 보고되어 향후 전향적 연구 또는 체계적 문헌고찰 연구 등을 통한 보완이 필요하다. 자폐 스펙트럼 장애의 경우 비록 체계적 문헌고찰 연구의 하위그룹 분석에서 아시아 지역에서는 임신 중 흡연이 자녀의 자폐 스펙트럼 장애의 발생 위험을 유의하게 증가시킬 수 있음을 보고하였고, 국내 연구에서 유의한 결과를 보였으나, 체계적 문헌고찰 연구가 1편으로 부족하기 때문에 연관성을 시사하지만 근거는 불충분하다고 판단된다. 품행 장애 및 행동 장애의 경우에도, 1편의 체계적 문헌고찰 연구와 국내 연구들에서 유의한 결과가 관찰되어 위험성을 시사할 수는 있으나 근거는 불충분하다고 판단된다.

3 수면장애

가. 개요

수면은 항상성(homeostatic sleep drive)과 서카디안 리듬(circadian rhythm)에 의해 조절되는 역동적인 신경생리학적 과정으로, 수면 시간, 효율, 타이밍, 각성도, 수면의 질이라는 다차원적 요소로 정의된다(Borbely et al., 2016; Buysse, 2014). 화학물질은 수면-각성 행동을 조절하는 생물학적 경로에 작용하여 수면을 방해할 수 있으며, 특히 발달 취약 시기(developmental windows)에 노출될 경우 더 큰 영향을 미칠 수 있다(Wallace et al., 2023). 간접흡연에 포함된 니코틴은 콜린성 신경계를 자극하여 생리적 각성을 유도하거나 다양한 신경전달물질들의 변화로 서카디안 리듬을 깨뜨려 수면을 방해할 수 있다고 알려져 있다(Safa et al., 2020).

수면 중 운동 장애 중 하나인 수면 중 이갈이는 수면 중 반복적인 저작근의 활성화로 정의되고(Lobbezoo et al., 2018) 젊은 성인의 10-13% 정도에서 발병한다고 보고되며(Manfredini et al., 2013) 자율신경계

활성화가 주요 기전으로 제안된다. 치아 임플란트 및 지지 보철물과 관련하여 생체역학적 합병증을 유발할 수 있다(Melo et al., 2019). 담배연기나 니코틴 노출은 삼차신경 기저 구심성 신경을 활성화시킬 수 있으며, 이는 삼차신경 반사를 유발하여 수면 이갈이의 병인에서 중요한 역할을 할 수 있다(Bindu et al., 2017).

코골이는 수면 중 목젖과 연구개의 진동으로 인해 발생하는 소음으로, 어린이의 10% 정도에서 관찰되며 수면 무호흡증의 전구 증상으로 알려져 있다(Ng et al., 2006). 간접흡연은 상기도의 염증을 유발하여 인두강의 협착을 유발할 수 있고, 신경전달물질의 농도 변화로 인한 호흡조절 부전 등을 유발할 수 있어 코골이의 위험인자로 알려져 있다(Ng et al., 2006; Schuetze & Eiden, 2006).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연과 수면장애 간의 연관성을 평가한 체계적 문헌고찰 또는 메타분석 연구는 총 5편이 확인되었다.

먼저, 2020년에 Safa 등은 간접흡연 노출과 수면장애 간의 연관성을 평가한 최초의 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 12편이 정성적 분석에, 11편이 메타분석에 포함되었으며, 모두 단면연구였다. 간접흡연 노출은 수면 시간 감소($OR=1.20$, 95% CI 1.09–1.33, $I^2=68\%$), 주간 졸림증($OR=1.07$, 95% CI 1.01–1.13, $I^2=0.00\%$), 수면의 질 저하($OR=1.12$, 95% CI 1.01–1.23, $I^2=79\%$)와 유의한 연관성을 보였다. 청소년을 대상으로 한 하위그룹 분석에서는 수면의 질 저하와 간접흡연 간의 유의한 연관성이 관찰되었으며 ($OR=1.40$, 95% CI 1.27–1.54), 노출 장소별 분석에서는 가정에서의 간접흡연 노출 시 교차비가 가장 높았다 ($OR=1.21$, 95% CI 1.14–1.29)(Safa et al., 2020).

이어, 2023년에 Wallace 등은 화학적 공기오염물질 노출과 수면의 관계를 분석한 체계적 문헌고찰을 발표하였다. 총 204편의 연구를 검토한 결과, 연구별 결과는 다양했으나, 담배연기 노출은 불면증과 수면무호흡과 유의하게 연관되었고, 특히 어린이 집단에서 그 영향이 더욱 뚜렷하게 나타났다(Wallace et al., 2023).

또한, 2019년에 Melo 등은 이갈이에 대한 체계적 문헌고찰 연구들을 종합한 우산 문헌고찰 연구를 수행하였다. 총 41편의 체계적 문헌고찰을 분석한 결과, 성인의 수면 중 이갈이 유병률은 1–15%, 어린이·청소년에서는 3–49%였으며, 주요 위험인자로 음주, 카페인, 담배, 정신자극 약제, 식도 위산 역류, 간접흡연이 제시되었다. 어린이 집단에서는 수면장애와 심리사회적 요인들이 수면 중 이갈이와 연관이 있었다(Melo et al., 2019).

한편, 2015년에 Castroflorio 등은 어린이의 수면 중 이갈이 위험요인을 평가한 체계적 문헌고찰에서 총 6편의 연구를 분석하였다. 간접흡연과 수면장애가 강력한 위험요인으로 보고되었으며, 특히 7–11세 어린이를 대상으로 한 무작위 임상연구에서는 간접흡연이 어린이 수면 중 이갈이의 가장 강력한 위험인자였다($OR=4.50$, 95% CI 2.20–9.40)(Castroflorio et al., 2015).

2018년에 Guo 등은 어린이 이갈이의 위험인자에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하였으나, 간접흡연 관련 새로운 연구는 확인되지 않았다(Guo et al., 2018).

마지막으로, 2018년에 Sun 등은 간접흡연 노출과 어린이 습관성 코골이 간의 연관성을 분석한 메타분석을 발표하였다. 총 24편의 연구를 분석한 결과, 가정 내 간접흡연 노출 시 습관성 코골이 위험은 1.46배(95% CI 1.29-1.65)였으며, 부친 흡연 시 1.45배(95% CI 1.27-1.65), 모친 흡연 시 1.87배(95% CI 1.56-2.23)로 증가하였다. 특히 임신 중 흡연 시 위험은 1.95배(95% CI 1.63-2.34)로 가장 높았다. 용량-반응 관계 분석에서는 가정 내 담배 노출량이 하루 1개비 증가할 때 습관성 코골이 위험이 2.1%씩 증가하였다 (OR=1.02, 95% CI 1.00-1.04, $p=0.022$)(Sun et al., 2018).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연과 수면장애에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

다수의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연이 수면장애에 미치는 영향에 대해 일관적으로 유의한 결과를 보고하였고, 1개의 연구에서 용량-반응 관계 또한 보고하였다. 따라서, 간접흡연 노출 시 수면장애, 특히 이갈이의 위험이 증가한다는 근거가 충분하다고 판단할 수 있다. 다만, 수면 중 코골이 증상에 대해서는 보고된 체계적 문헌고찰 연구가 1편으로 부족하여 그 위험성을 시사할 수는 있지만 근거가 충분하지는 않다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

4 치매 및 인지장애

가. 개요

치매는 기억력, 문제해결능력 등의 소실을 주요 증상으로 하는 일상생활을 심각하게 저하시키는 질병으로, 전 세계적으로 주목받고 있는 주요 공중보건 및 사회경제적 문제이며, 최근 동아시아 지역의 유병률이 지속적으로 증가하고 있다(Prince et al., 2016). 담배가 인지장애 및 치매 발생에 미치는 기전은 미세아교세포의 활성화, 아밀로이드 생성 및 신경 염증 반응에 의함이라고 알려져 있다(Moreno-Gonzalez et al., 2013). 또한, 간접흡연을 포함한 모든 흡연은 혈관성 치매의 원인이 될 수 있는 뇌혈관질환의 위험인자다(Ling & Heffernan, 2016). 더하여, 어린 시절의 간접흡연 노출은 일산화탄소 노출로 인해 뇌의 산소 공급을 방해할 수 있고, 기억을 담당하는 해마 부위의 신경 손상을 초래할 수 있다고 알려져 있다(Ghosh et al., 2009).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2018년에 Stirland 등은 치매 및 인지장애의 위험인자로서 간접흡연을 평가한 관찰연구들을 대상으로 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 총 9편의 연구가 포함되었으며, 8편의 단면연구에서 간접흡연이 치매 또는 인지장애 발생 위험 증가와 유의하게 관련이 있었다. 또한, 1편의 종단연구에서는 25년 이상 간접흡연에 노출된 경우 경동맥 협착 위험이 3배 증가하였다(HR=3.00, 95% CI 1.03-9.72)(Stirland et al., 2018).

2025년에는 Jones 등이 치매 및 경도 인지장애의 위험인자에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 분석한 우산 문헌고찰 연구가 발표되었다. 37편의 메타분석을 포함한 19편의 체계적 문헌고찰 연구를 분석한 결과 미세먼지, 초미세먼지, 이산화질소, 질소산화물, 일산화탄소, 교대 근무, 만성 소음 및 초저주파 자기장이 위험인자라고 보고했다(Jones et al., 2025). 서술 고찰에서 메타분석에 포함되지는 않았으나, 1편의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연이 모든 유형의 치매의 위험을 1.48배(95% CI 1.18-1.83) 유의하게 증가시킨다고 보고하였다(Zhao et al., 2021).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2022년에 Kim 등은 2018년 지역사회건강조사 자료를 이용하여 다양한 형태의 담배 노출과 주관적 인지 저하 간의 연관성을 분석하였다. 비노출군 대비, 간접흡연 노출군은 주관적 인지 저하 위험이 1.21배(95% CI 1.12-1.30) 높았으며, 60세 미만 대상자에서는 1.22배(95% CI 1.11-1.35), 남성에서는 1.30배(95% CI 1.07-1.59) 더 높은 값을 보였다(Kim et al., 2022).

이어서, 2024년에 Kim 등은 65세 이상 경제활동 인구를 대상으로 직장 내 간접흡연 노출과 인지기능 저하 간의 연관성을 조사하였다. 2022년 지역사회건강조사 자료를 분석한 결과, 전체 28,197명 중 8,767명(28.5%)이 인지기능 저하를 보고하였다. 직장 내 간접흡연에 노출된 사람은 비노출군 대비 인지기능 저하 위험이 높았으며(OR=1.30, 95% CI 1.14-1.47), 이러한 연관성은 직장과 가정 모두에서 간접흡연에 노출된 집단과 당뇨병 진단을 받은 집단에서 특히 강하게 나타났다(Kim et al., 2024).

라. 종합

간접흡연 노출과 인지장애 발생 위험에 대해 1편의 체계적 문헌고찰 연구와 1편의 우산 문헌고찰 연구에서 일관되게 인지장애의 위험이 증가하는 것으로 유의한 결과가 확인되어, 근거는 충분한 것으로 판단된다. 한국인을 대상으로 진행된 연구들에서도 일관된 결과를 보였지만, 주관적 인지기능 저하에 대한 연구들로 국한되었고, 단면연구만 진행되어 향후 전향적 연구 또는 체계적 문헌고찰 연구 등을 통한 보완이 필요하다.

5 파킨슨병

가. 개요

전 세계적으로 파킨슨병은 알츠하이머병 다음으로 흔한 신경 퇴행성 질환이며, 그 원인은 정확하게 알려져 있지 않다(Kalia & Lang, 2015). 담배 노출과 파킨슨병의 발병에는 역 상관관계가 있다고 알려져 있으며, 이는 니코틴 수용체의 기능(반응) 향상을 통해 파킨슨병에 대한 억제 반응을 유도하는 것과도 관련이 있다는 일부 연구가 있다(Morens et al., 1995; Scheperjans et al., 2015). 하지만 니코틴 경피 패치를 이용한 임상 연구에서는 고용량 니코틴 노출이 파킨슨병의 위험을 유의하게 줄이지 못했다(Villafane et al., 2018).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

먼저, 2020년에 Han 등은 미세먼지(PM2.5) 및 간접흡연의 장기간 노출과 파킨슨병 발병 위험을 분석한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 21편의 연구를 분석한 결과, PM2.5 농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 파킨슨병 위험이 소폭 증가하는 경향이 있었으나(RR=1.08, 95% CI 0.98–1.19) 통계적으로 유의하지 않았다. 반면, 간접흡연은 노출 장소나 시기와 관계없이 파킨슨병과 반비례 관계를 보였으며, 가정 노출 시 0.73배(95% CI 0.56–0.95), 직장 노출 시 0.82배(95% CI 0.57–1.17), 아동기 노출 시 0.91배(95% CI 0.76–1.08)였다(Han et al., 2020).

이어, 2021년에 Liu 등은 간접흡연과 신경계 질환 간 연관성을 확인하기 위해 코호트 연구를 대상으로 메타 분석을 수행하였다. 총 14편의 연구가 최종 분석에 포함되었으며, 전체 연구를 통합한 결과 간접흡연 노출에 따른 뇌졸중의 상대위험도는 1.20배(95% CI 1.04–1.38)였다. 비흡연자만을 포함한 연구에서도 뇌졸중의 상대위험도는 1.20배(95% CI 1.05–1.37)로 유의하게 높았다. 또한, 간접흡연 노출은 인지장애 위험을 1.43배(95% CI 1.02–2.00) 높였으나, 파킨슨병 위험은 0.83배(95% CI 0.72–0.95) 감소시켰다(Liu et al., 2021).

한편, 2023년에 Fathalizadeh 등은 간접흡연 또는 음식으로 인한 니코틴 노출이 파킨슨병 억제 효과를 가지는지 평가하였다. 총 4편의 코호트 연구와 5편의 환자-대조군 연구를 분석한 결과, 평생 흡연 노출은 파킨슨병 위험을 낮추는 보호 효과를 보였으며(OR=0.84, 95% CI 0.70–0.99, $p=0.04$), 직장 또는 가정에서의 간접흡연 노출은 파킨슨병 위험과 유의한 관련이 없었다(Fathalizadeh et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 파킨슨병 발병 위험에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

총 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연 노출과 파킨슨병 발생 위험 감소에 대해 일관된 결과가 확인되었다. 하지만, 이 중 2편의 연구는 동일한 저자에 의해 1년 간격으로 출판되었고, 3편의 연구에 포함된 연구 중 최종적으로 분석에 포함된 연구 대부분이 중복되는 것으로 확인되어 결과 해석에 신중할 필요가 있다. 따라서, 간접흡연 노출은 파킨슨병의 발생 위험을 감소시킨다고 시사하나 근거는 불충분하다고 판단된다. 또한, 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

6 기타 정신질환

가. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2023년에 Alkhateeb은 아랍 어린이의 불안장애 위험요인을 분석한 체계적 문헌고찰을 발표하였다. 총 13편의 연구를 검토한 결과, 전체 어린이의 30.2% 이상이 불안으로 어려움을 겪고 있었으며, 위험요인으로 간접흡연 노출, 양육태도, 부모의 정신질환, 학교 유형 등이 확인되었다(Alkhateeb, 2023).

한편, 2020년에 Hunter 등은 흡연 및 임신 중 담배 노출과 조현병 위험 간의 연관성을 평가한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 12편의 연구가 포함되었으며, 흡연자는 비흡연자 대비 조현병 위험이 증가하였고(RR=1.99, 95% CI 1.10-3.61), 출생 전 담배연기 노출은 조현병 위험을 29% 증가시켰다(RR=1.29, 95% CI 1.10-1.51)(Hunter et al., 2020).

2025년에 발표된 Kisby and Raber의 체계적 문헌고찰 연구에서는 간접흡연과 전자담배 증기가 발달기 및 성인기에 뇌 구조와 기능에 미치는 영향을 조사하였으며, 총 312편의 관련 문헌을 검토하였다. 전체적인 연구 수는 충분했지만, 중복 연구와 정책, 설문조사, 비뇌 조직 중심의 연구를 제외할 경우 뇌 건강에 대한 직접적 영향 연구는 상대적으로 제한적인 것으로 나타났다. 이 리뷰는 간접흡연 및 전자담배 증기에 포함된 주요 유해 성분이 행동 및 인지 기능에 영향을 미칠 수 있으며, 장기적으로는 신경퇴행성 질환 위험을 높일 가능성이 있음을 논의하며, 단기 및 장기적 영향에 대한 추가적인 연구 필요성을 강조하였다(Kisby & Raber, 2025).

나. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2022년에 Shin 등은 제17차(2021년) 청소년건강행태조사 자료를 이용하여 비흡연 청소년 48,873명의 간접흡연 노출과 범불안장애(Generalized Anxiety Disorder, GAD) 간의 관련성을 분석하였다. 가정, 학교, 공공장소에서의 노출 빈도가 증가할수록 범불안장애 위험이 높아졌으며, 특히 공공장소에서 주 4일 이상 노출된 경우 1.49배(95% CI 1.37-1.62)로 가장 높았다(Shin et al., 2022).

2023년 Kim and Lee는 2020년 청소년건강행태조사 자료를 활용하여 전자담배 사용과 불안 수준(Generalized Anxiety Disorder 7, GAD-7)의 관계를 분석하였다. 특히 심한 불안군에서 공공장소 간접흡연 노출이 전자담배 사용과 유의하게 연관되었으며, 학교 간접흡연 노출은 대부분 불안 수준에서 전자담배 사용과 관련이 있었다(Kim & Lee, 2023).

2015년 Kim 등은 제5기(2010-2012년) 국민건강영양조사 자료를 이용하여 성인 비흡연자 10,532명의 간접흡연 노출과 건강관련 삶의 질(Health Related Quality of Life, HRQoL) 간의 관계를 분석하였다. 분석 결과, 간접흡연 노출군은 건강관련 삶의 질을 평가하는 표준화된 척도인 EQ-5D 지수($\beta=-0.007$, $p=0.005$)와 EQ-VAS 점수($\beta=-1.94$, $p<0.001$) 모두 낮았으며, 노출 시간이 길수록 건강관련 삶의 질 저하가 두드러졌다(Kim et al., 2015).

2015년 Kim 등은 2007-2012년 국민건강영양조사 자료를 분석하여 흡연자, 과거 흡연자, 비흡연자 모두에서 가정 및 직장 간접흡연 노출이 스트레스 수준을 증가시킨다고 보고하였다. 특히 가정과 직장 모두에서 노출될 경우 스트레스 위험이 가장 높았다(Kim et al., 2015).

2023년 Heo and Hwang은 2016-2021년 국민건강영양조사 자료를 분석하여 코로나19 팬데믹 전후 근로자의 간접흡연 노출과 정신건강의 변화를 비교하였다. 팬데믹 이전에는 대부분 직종에서 간접흡연 노출이 높은 스트레스와 관련이 있었으나, 팬데믹 이후에는 그 영향이 뚜렷하지 않았다. 일부 직종에서는 간접흡연 노출이 정신건강 상담 경험과 연관되었다(Heo & Hwang, 2023).

Ⅲ

감염질환

1 결핵

가. 개요

간접흡연은 담배연기 내 유해물질 및 미세먼지(PM2.5) 등을 통해 호흡기계에 심각한 영향을 미친다. 대표적으로 미세먼지(PM2.5), 이산화질소, 일산화탄소, 그리고 실내공기오염 물질들은 기도 점막을 자극하고, 염증반응을 유발하며, 기도 과민성을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Chafe et al., 2014). 이러한 물질들은 호흡기 상피세포의 섬모운동을 저해하고, 점액 배출 기능을 약화시키며, 세균이나 바이러스의 제거를 어렵게 만든다(Ibironke et al., 2019). 또한, 흡입된 오염물질은 폐포에 침착하여 국소적인 면역반응을 변화시킨다. 특히 폐포 대식세포의 탐식 기능을 감소시키고, T세포 기반 면역반응을 억제함으로써 폐 감염에 대한 초기 방어기전을 약화시킨다(Di Stefano et al., 2012; van Zyl Smit et al., 2010). 실제로, 도시 대기오염에서 유래한 미세입자들은 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)에 대한 T세포 반응을 억제하는 것으로 보고되었다. 이는 결핵과 같은 만성 호흡기 감염의 발생 위험을 증가시킬 수 있다(Ibironke et al., 2019). 또한, 간접흡연을 포함한 연소 부산물 노출은 CD4+, CD8+ T세포의 수를 감소시키며, 이 세포들에서 생산되는 인터페론 감마(IFN- γ)와 종양괴사인자-알파(TNF- α)의 분비를 변화시킨다(Ibironke et al., 2019). 이는 결핵을 포함한 감염질환에 대한 저항력을 약화시킨다(Shang et al., 2011). 흡연자뿐 아니라 간접흡연에 노출된 비흡연자에서도 유사한 면역 억제 효과가 관찰되며, 특히 어린이나 고령자와 같이 면역 취약 집단에서는 감염 위험이 현저히 높아질 수 있다(World Health Organization [WHO], 2017).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연과 결핵 감염 또는 활동성 결핵 질환의 위험 간의 연관성을 평가한 체계적 문헌고찰은 총 4건이 확인되었다. 먼저, 2015년에 Dogar 등은 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서 총 12편의 비교 역학연구(환자-대조군 연구, 단면연구, 코호트 연구 등)를 분석하였다. 분석 결과, 간접흡연 노출군의 결핵 감염 위험은 상대위험도 1.19배(95% CI 0.90-1.57)로 유의하지 않았으나, 연구 간 이질성이 높은 것으로 확인되었다($I^2=74\%$, $p<0.001$). 한편, 활동성 결핵 질환의 발병 위험은 간접흡연 노출 시 1.59배(95% CI 1.11-2.27)로 통계적으로 유의하게 증가하였고, 이 역시 유의한 수준의 이질성($I^2=77\%$, $p<0.001$)이 관찰되었다(Dogar et al., 2015).

같은 해 2015년에 발표된 또 다른 체계적 문헌고찰에서 Patra 등은 총 18편의 관찰연구를 분석하여 간접흡연 노출과 소아·성인의 결핵 감염 및 활동성 결핵 질환 발생 간 연관성을 평가하였다. 분석 결과, 간접흡연 노출 시 소아의 활동성 결핵 발생 위험은 3.41배(95% CI 1.81-6.45)로 약 3배 이상 통계적으로 유의하게

높았으며, 이는 성인의 상대위험도 1.32배(95% CI 1.04-1.68)보다 훨씬 높은 수치였다. 특히 5세 미만 소아의 경우, 활동성 결핵의 상대위험도는 5.88배(95% CI 2.09-16.54)로 5배 이상 급격히 증가하였다(Patra et al., 2015). 또한, 비흡연 성인을 대상으로 한 하위 분석에서는 가정 내 흡연자가 존재할 경우 결핵의 상대 위험도가 2.37배(95% CI 1.37-4.01)로 증가하였으며, 특히 가정 내 흡연자가 하루 10개비 이상 흡연하는 경우 결핵 위험은 2.69배(95% CI 1.17-6.16)로 더욱 높게 나타났다.

이어서 2020년에 Obore 등이 발표한 또 다른 메타분석 연구에서는 총 26편의 논문을 바탕으로 실내공기오염, 담배 사용, 간접흡연과 결핵 간의 연관성을 분석하였다. 이 연구에서는 간접흡연 노출이 결핵 위험을 두 배 이상 유의하게 증가시키는 것으로 나타났으며, 메타분석 결과 총괄 상대위험도는 2.15배(95% CI 1.42-3.24)였다(Obore et al., 2020). 본 분석에 포함된 8편의 논문은 4편의 환자-대조군 연구, 3편의 단면연구, 1편의 코호트 연구로 구성되어 있으며, 총 10,999명의 대상자가 포함되었다. 각 연구의 개별 상대위험도는 1.12에서 7.09까지 다양하였고, 연구 간 이질성 역시 유의하였다($I^2=70.0\%$, $p=0.001$). 추가로, 동일한 연구에서 3편의 단면 연구만을 대상으로 별도의 메타분석을 시행한 결과, 간접흡연 노출은 결핵 위험을 4배 이상($RR=4.53$, 95% CI 1.75-11.73, $p=0.002$) 증가시키는 것으로 나타났으며, 이질성은 중등도였지만 통계적으로는 유의하지 않았다($I^2=61.3\%$, $p=0.076$).

마지막으로, 2025년에 발표된 Sujana 등의 연구에서는 2014년부터 2024년까지 출판된 총 13편의 연구를 분석하였으며, 간접흡연 노출이 잠복결핵 감염자의 활동성 결핵 발병 위험을 유의하게 증가시키는 것으로 보고하였다. 특히 어린이, 활동성 결핵 환자와 밀접 접촉자, 흡연자와 동거하는 경우에서 그 위험이 더 컸으며, 노출 기간과 강도에 따라 위험이 증가하는 용량-반응 관계가 확인되었다. 연구자들은 담배연기의 독성 입자가 면역 억제와 폐 손상을 유발하여 결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)에 대한 방어력을 저하시킴으로써 잠복 감염에서 활동성으로 진행을 촉진한다고 설명하였으며, 활동성 결핵 예방을 위해 간접흡연 노출 감소의 필요성을 강조하였다(Sujana et al., 2025).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 결핵 감염 또는 활동성 결핵 질환 발병 위험과 관련된 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

이상의 연구결과들은 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관되게 간접흡연이 활동성 결핵 질환 발병의 위험을 유의하게 증가시킬 수 있음을 강하게 시사한다. 특히 소아와 같은 취약한 집단의 경우 결핵의 위험이 급격하게 증가하여 이들의 간접흡연 노출을 방지하기 위한 정책이 결핵 예방 측면에서 중요한 과제가 될 수 있다. 잠복결핵 감염자에서 활동성 결핵 발병 위험 또한 시사하나 1편의 체계적 문헌고찰 연구만 확인되어 근거가 충분하지는 않았다. 간접흡연과 결핵 발병과 관련한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

2 침습성 수막구균 감염증

가. 개요

침습성 수막구균 감염증은 수막구균(*Neisseria meningitidis*)에 의해 발생하는 위중한 감염 질환으로, 수막염 또는 패혈증의 형태로 발현된다. 수막구균은 비말을 통해 전파되어 인두 점막에 집락을 형성하며, 일부 감염에서는 상피 장벽을 넘어 혈류로 침입하여 침습성 수막구균 감염증(Invasive Meningococcal Disease, IMD)을 유발한다. 본 질환의 치명률은 약 5-15%로 보고되며, 생존자에게서 청각 손실, 시각 장애, 절단 등의 장기적인 합병증이 발생할 수 있다(Jafri et al., 2013; Ladhani et al., 2012). 간접흡연은 담배연기 속 유해물질에 지속적으로 노출됨으로써 면역 체계에 부정적인 영향을 미친다. 간접흡연 노출 시 인터페론 감마(IFN- γ), 인터류킨-1베타(IL-1 β) 등 특정 염증성 사이토카인의 수준 변화가 관찰되며 이는 면역반응의 조절 이상을 시사한다(Wilson et al., 2012). 또한 산화 스트레스를 유발하여 인두 및 기관지 점막의 손상과 섬모 기능 저하를 초래하고, 이로 인해 병원균의 침투가 용이해진다. 더불어 대식세포와 호중구의 기능 저하, 림프구 균형의 변화를 통해 병원체에 대한 초기 방어력이 감소하게 된다(Murray et al., 2012; Strzelak et al., 2018).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

이러한 기전들을 뒷받침하듯, 최근 여러 메타분석 연구들이 간접흡연 노출이 침습성 수막구균 감염증 발생 위험을 유의하게 증가시킨다고 보고하였다. 2021년에 Pilat 등은 청소년 및 젊은 성인을 대상으로 한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 15-24세 연령군을 대상으로 한 4편의 연구를 종합한 결과 간접흡연 노출은 침습성 수막구균 감염증 발생 위험을 유의하게 증가시키는 것으로 나타났으며(OR=1.56, 95% CI 1.09-2.25), 연구 간 이질성은 관찰되지 않았다($I^2=0.0\%$, $p=0.732$). 또한 보다 넓은 연령대를 포함한 9개의 효과 추정치를 종합한 분석에서도 유의한 위험 증가가 확인되었으며(OR=1.30, 95% CI 1.06-1.59), 연구 간 이질성은 낮은 수준이었다($I^2=12.3\%$, $p=0.332$)(Pilat et al., 2021).

이어, 2020년에 Spyromitrou-Xioufi 등은 소아 및 청소년을 대상으로 침습성 수막구균 감염증 위험요인을 분석한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구를 발표하였다. 간접흡연 노출이 침습성 수막구균 감염증 위험을 약 2배 증가시키는 것으로 나타났으며(OR=2.10, 95% CI 1.00-4.39), 중등도 수준의 이질성이 확인되었다($I^2=66\%$, $p=0.05$)(Spyromitrou-Xioufi et al., 2020). 일부 연구에서는 노출 강도에 따른 용량-반응 관계가 관찰되었고, 특히 Hadjichristodoulou 등(2016)의 연구에서는 4배 이상의(OR=4.51, 95% CI 1.60-12.67) 위험 증가가 보고되었다. 한편, 메타분석에는 포함되지 않았지만 Yusuf 등의 코호트 연구에서는 임신 중 간접 흡연 노출이 자녀의 침습성 수막구균 감염증 발생 위험을 3배 가까이 증가시키는 것으로 나타났다(RR=2.93, 95% CI 1.52-5.66)(Yusuf et al., 1999).

마지막으로, 2022년에 Dubey 등은 침습성 수막구균 감염증 발병 및 사망 위험요인에 대한 대규모 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 1950-2018년 발표된 74편의 문헌 중 11편을 대상으로 메타분석을

수행한 결과, 간접흡연과 관련된 4편의 연구를 종합했을 때 침습성 수막구균 감염증의 교차비는 2.37(95% CI 1.11-5.07)로 유의하게 증가하였다. 그러나 연구 간 이질성은 높은 수준이었으며($I^2=75.18$), 저자들은 간접흡연 측정 방법의 차이가 결과 편차의 원인이 될 수 있다고 지적하였다(Dubey et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 침습성 수막구균 감염에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

이상의 결과는 총 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연 노출이 생물학적 기전과 역학적 근거를 통해 침습성 수막구균 감염증의 발생 위험을 증가시킬 수 있음을 강하게 시사하며, 특히 고위험군에 대한 간접흡연 노출 방지 전략이 필요하다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

3 만성 화농성 중이염

가. 개요

만성 화농성 중이염은 고막천공과 함께 지속적인 이루(귀에서 고름이 나오는 증상)를 특징으로 하는 중이의 만성 염증성 질환으로, 치료가 어렵고 청력 손실, 두개내 합병증 등의 후유증을 유발할 수 있다. 간접흡연이 소아의 화농성 중이염의 발생 위험을 증가시키는 주요 환경적 요인이 지속적으로 보고되고 있다. 간접흡연이 만성 화농성 중이염의 발생 및 악화에 기여하는 기전은 복합적이며, 주로 이관(Eustachian tube) 기능 장애, 면역 기능 약화, 그리고 호흡기 점막 방어 능력 저하를 통해 설명될 수 있다. 담배연기에 포함된 유해물질들은 비인두 및 이관 점막에 직접적인 염증과 부종을 유발하여 이관의 정상적인 환기 및 배액 기능을 손상시킨다(Sahin et al., 2023). 이로 인해 중이강 내 공기 순환이 저해되고 음압이 형성되어 감염에 취약한 환경이 조성된다. 또한, 간접흡연은 이관 및 중이 점막의 섬모 운동성을 저하시키고 점액 분비를 변화시켜, 세균 및 염증성 분비물의 배출을 방해함으로써 감염의 지속과 만성화를 촉진한다(Strzelak et al., 2018).

나. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

2020년 Patel 등은 귀 질환에 대한 담배의 영향에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표했다. 총 43편의 연구가 포함되었으며, 7편의 연구 메타분석 결과 간접흡연 노출된 어린이의 재발성 급성 중이염이 48% 증가하고(OR=1.48, 95% CI 1.08-2.04), 출생 후 산모의 흡연에 노출된 어린이의 각종 중이 질환(급성 및 만성 중이염)의 발병률이 53% 증가했다(OR=1.53, 95% CI 1.22-1.92). 또한 가정 내 간접흡연에 노출된 어린이는 모든 종류의 중이 질환 발병률이 32% 증가했다고 보고했다(OR=1.32, 95% CI 1.20-1.45)(Patel et al., 2020).

2024년에 Heward 등이 발표한 소아의 만성 화농성 중이염 발생의 위험인자에 관해 10편의 연구를 바탕으로 메타분석을 시행한 체계적 문헌고찰 연구에서, 간접흡연에 대한 연구는 3편이 포함되었고, 간접흡연의 상대 위험도는 1.27(95% CI 0.81-2.01)로 통계적으로 유의하지 않았고 높은 이질성을 보였다($I^2=80.2\%$) (Heward et al., 2024). 이 중 Koch 등이 진행했던 연구는 그린란드의 특정 지역 어린이 456명을 대상으로 진행되었고, 가정 내 흡연자의 존재는 만성 화농성 중이염 위험을 4.56배(95% CI 1.07-19.40) 증가시키는 요인으로 보고되었다(Koch et al., 2011).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 중이염에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 중이염 발생 위험 증가에 대해 두 편의 체계적 문헌고찰 연구가 확인되었지만, 두 연구의 주제가 일치하지 않고, 그 결과의 일관성 또한 부분적으로만 존재하여 근거가 부족하다고 판단한다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

4 기타 감염질환

가. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

메티실린 내성 황색포도상구균(Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus, MRSA)은 주요한 항생제 내성 세균으로, 비강 집락(colonization)은 감염의 중요한 선행 단계로 알려져 있다. 2016년에 Lin 등은 2005-2015년 발표된 중국 소아 대상 13편의 연구를 메타분석하여 메티실린 내성 황색포도상구균(MRSA) 비강 집락률과 위험요인을 평가하였다. 전체 황색포도상구균(MRSA) 비강 집락률은 4.4%(95% CI 2.7-6.2)였으며, 기저질환이 있는 소아는 5.8%, 병원 모집군은 6.4%로 지역사회 모집군(2.7%)보다 현저히 높았다. 위험요인 중 간접흡연 노출은 독립적 위험요인으로 확인되었고(OR=1.30, 95% CI 1.02-1.63), 항생제 사용력(OR=2.77, 95% CI 2.10-3.66), 감염병 병력(OR=2.31, 95% CI 1.75-3.06), 어린 연령(OR=2.98, 95% CI 2.24-3.97), 보육시설 이용(OR=2.97, 95% CI 2.08-4.24)과 함께 소아기 황색포도상구균 감염 전파에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 이는 가정 내 흡연 환경 개선이 항생제 내성균 전파 억제에도 기여할 수 있음을 시사한다(Lin et al., 2016).

인플루엔자는 아동을 포함한 취약 집단에서 높은 이환율과 사망률을 보이는 대표적인 호흡기 감염 질환이다. 2019년에 McLeod 등은 2004-2017년 발표된 호주, 캐나다, 미국, 뉴질랜드 등 선진국의 극지방 원주민 아동을 대상으로 한 39편의 연구를 종합하여 인플루엔자 위험요인을 분석하였다. 간접흡연 노출은 인플루엔자 감염의 주요 위험요인으로 반복적으로 보고되었으며, 2세 미만, 만성질환 동반, 주거 혼잡과 함께 감염 민감도를 높이는

요인으로 분석되었다. 담배연기 내 유해 입자는 상기도 점막 염증 유발, 섬모 기능 저하, 면역세포 기능 억제를 통해 인플루엔자 바이러스의 침입과 확산을 촉진하는 것으로 나타났다. 저자들은 간접흡연 노출 감소, 백신 접종률 제고, 보건 교육 확대가 원주민 아동의 인플루엔자 부담 경감에 효과적인 중재 전략이라고 제시하였다 (McLeod et al., 2019).

2022년에 Alkholaiwi 등은 총 15편의 연구를 분석하여 만성 부비동염의 발병 및 악화 요인에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표하였다. 연구 결과 담배 노출로 인한 위험이 가장 높았으며, 농촌 지역 거주, 살충제 노출 등이 만성 부비동염과 연관이 있었다(Alkholaiwi et al., 2022).

마지막으로, 2018년에 Kruger 등은 2000-2016년 발표된 사례 및 문헌 143편을 종합하여 신생아 및 소아의 감염 관련 급사 위험요인을 평가하였다. 분석 결과, 전체 급사 사례 중 43%가 감염 관련이었으며, 간접흡연 노출이 가장 흔한 위험요인 중 하나로 확인되었다. 특히 흡연 부모와의 동침은 주요 위험요인으로 반복 보고되었다. 실험연구에서는 코티닌이 염증 매개물질 생성을 유도하고, 흡연 노출된 구강 상피세포에서 황색포도상구균 부착이 증가하는 것이 관찰되었으며, 이는 실제 감염 관련 급사 사례에서 포도상구균이 자주 원인으로 확인되는 사실과 일치하였다(Kruger et al., 2018).

IV

구강질환

1 치아우식증

가. 개요

간접흡연은 치아우식증 발생의 유의한 위험요인으로 작용하며, 다양한 생물학적, 미생물학적 경로를 통해 아동의 구강 건강에 부정적인 영향을 미친다. 니코틴에 노출된 아동은 타액 분비 감소, 산도 증가, 완충능력 저하 등으로 인해 구강 내 보호 기능이 약화되며(Avşar et al., 2008; Fujinami et al., 2009), 우식 유발 세균(예: *Streptococcus mutans* 및 *Lactobacillus*)의 밀도가 증가하는 것으로 보고되었다(Wu et al., 2019). 특히 산전 흡연은 치아의 광물화 및 치수 발달을 방해해 에나멜 결함과 우식 민감성을 증가시키며(Akinkugbe et al., 2020), 비타민 D 결핍과 면역 기능 저하 또한 동반될 수 있다(Manavi et al., 2020; Tapalaga et al., 2023). 나아가, 니코틴은 생물막 형성을 촉진하고 산성 환경을 조성하여 치아우식증의 발생 가능성을 더욱 높인다(Hanioka et al., 2008).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

이러한 생물학적 기전을 바탕으로, 간접흡연과 치아우식증 간의 연관성에 대한 체계적 문헌고찰 연구들이 다수 수행되었다. 총 5편의 연구가 검색되었으며, González-Valero 등(2018)이 발표한 체계적 문헌고찰은 아동과 청소년을 대상으로 진행되었고, 메타분석 결과 간접흡연 노출군은 비노출군보다 우식 위험이 1.53배(95% CI 1.39-1.68, $p<0.001$) 높았다. 하위 분석에서는 유치 우식 발생 위험이 산전 노출 시 1.46배(95% CI 1.41-1.52), 산후 유아기 노출 시 1.72배(95% CI 1.45-2.05), 영구치에서는 1.30배(95% CI 1.25-1.34) 증가하는 것으로 나타났다. 이처럼 간접흡연은 단기적인 영향에 그치지 않고, 장기적인 구강 건강 악화로 이어질 수 있음을 시사하였다(González-Valero et al., 2018).

이후 발표된 연구들은 이러한 결과를 더욱 구체화하고 있다. 2022년에 Lam 등은 체계적 문헌고찰 연구에서 2년 이상 추적한 코호트 및 환자-대조군 연구 중 300명 이상을 포함한 18편($n=1,159,226$)을 분석하였다. 해당 연구에서는 기존 우식 병력, 구강 내 세균막 수준과 더불어 산전 흡연과 가족 내 간접흡연 노출이 유아기 치아우식증(Early Childhood Caries, ECC)의 유의한 위험요인으로 확인되었다. 특히, 4편의 산전 흡연 관련 연구 중 3편에서 높은 우식 발생률 및 우식경험영구치아수(Decayed, Missing, and Filled permanent teeth, DMFT) 증가와의 연관성이 보고되었으며, 가족 구성원의 흡연으로 인한 간접흡연 노출 역시 유아기 치아우식증 증가와 통계적으로 유의한 연관을 보였다(Lam et al., 2022).

한편 2023년에 Uthayakumar 등이 발표한 체계적 문헌고찰 연구는 총 25편의 연구를 분석하였으며,

94.4%의 연구에서 간접흡연 노출이 치아우식증 증가와 유의한 연관성을 보였다고 보고하였다. 이 중 19편의 연구에서 간접흡연의 양과 우식 위험 간에 뚜렷한 용량-반응 관계가 확인되었다. 산전 흡연은 전체의 81.8%에서 산후 노출보다 더 강한 우식 위험 증가와 연관되었고, 누적 노출량에 따른 장기적 영향 가능성도 제시되었다. 또한, 간접흡연 노출 수준과 가족의 흡연량, 실내 흡연 여부, 흡연 제한 규칙 등에 따라 달라졌으며, 사회경제적 수준이 낮은 가정일수록 실내 흡연 빈도와 간접흡연 노출 수준이 높았다(Uthayakumar et al., 2023).

2024년에 Alrashdi가 발표한 체계적 문헌고찰 연구는 모성의 영양 및 생활 습관 중 흡연이 유아기 구강 건강에 미치는 영향을 분석하였다. 총 23편의 문헌 중 13편이 메타분석에 포함되었으며, 모성 흡연과 자녀의 우식 위험 간에 유의한 연관성이 확인되었다. 메타분석 결과, 비흡연군 자녀의 우식 발생 교차비는 흡연군의 약 1/3 수준($OR=0.33$, 95% CI 0.21–0.45)으로 나타났으며, 이는 모성 흡연 시 자녀의 우식 위험이 약 3배 증가함을 간접적으로 시사한다. 대부분의 연구에서는 흡연의 강도와 기간에 따라 우식 위험이 증가하는 경향을 보고하였으며, 이는 용량-반응 관계를 뒷받침하는 결과이다. 다만 높은 이질성이 관찰되어($I^2=90.7\%$), 연구 간 차이를 설명할 수 있는 요인을 추가로 탐색할 필요가 있다(Alrashdi, 2024).

마지막으로, Luo 등(2025)은 대규모 체계적 문헌고찰을 수행하였으며, 71개월 미만 아동을 대상으로 한 16편의 관찰연구(단면, 코호트, 환자-대조군 연구)를 포함되었다. 11편의 단면연구에 대한 메타분석 결과, 간접흡연에 노출된 아동은 비노출 아동에 비해 우식 위험이 1.77배(95% CI 1.57–2.01) 높았으며, 2편의 코호트 연구에서는 유아기(4개월 또는 18개월)부터 간접흡연에 노출된 아동이 3세 시점에서 우식 발생률이 1.49배(95% CI 1.45–1.54) 높은 것으로 나타났다. 또한, 4–6세 아동을 대상으로 한 환자-대조군 연구 2편에서는 우식 유병률이 4.46배(95% CI 2.08–9.55) 높게 나타났다(Luo et al., 2025).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 치아우식증에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연 노출과 치아우식증 발생의 위험 증가에 대해 다수의 체계적 문헌고찰 연구들에서 일관된 유의성이 확인되었고, 두 편의 연구에서 용량-반응 관계 또한 확인되어, 근거가 충분하다고 판단한다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

2 치주질환

가. 개요

치주질환(periodontal disease)은 치아를 둘러싼 조직에 발생하는 염증성 질환으로, 대표적으로 치은염(gingivitis)과 치주염(periodontitis)이 포함된다. 치은염은 비교적 가벼운 염증 상태이며 가역적이지만, 치료하지

않으면 치주염으로 진행되어 치조골 파괴와 치아 상실로 이어질 수 있다(Califano & Research, Science and Therapy Committee, American Academy of Periodontology, 2003; American Academy of Periodontology-Research, Science and therapy Committee, 2008). 아동과 청소년에게는 만성 치은염이 흔하게 나타나며, 심한 치주염은 드물지만 가족 환경이나 사회적 요인에 따라 발생 가능성이 존재한다(Petersen & Ogawa, 2012). 치주질환의 대표적인 평가 지표로는 치주낭 깊이(Probing Pocket Depth, PPD), 임상 부착 수준(Clinical Attachment Level, CAL), 치은지수(Gingival Index, GI), 플라크 지수(Plaque Index, PI) 등이 있다(Eke et al., 2012; Hujoel et al., 1997; Page & Eke, 2007). 흡연은 면역 억제, 말초 혈관 수축, 조직 산소 공급 저해, 호중구 기능 저하 등을 통해 치주조직의 방어 기능을 약화시키며 치주염의 주요 위험요인으로 작용한다(Baab & Oberg, 1987). 간접흡연 또한 니코틴을 포함한 유해물질을 함유하고 있으며, 장기간 노출된 비흡연자는 면역반응 기전의 변화가 발생할 수 있다(Wilson et al., 2012). 간접흡연에 포함된 암모니아, 질소·황산화물 등의 화학 물질은 치주조직에 직접적인 독성 영향을 미치며, 비흡연자에서도 임상 부착 수준과 치주낭 깊이 증가, 치은 색소 침착, 치아 상실 등을 유발할 수 있다(Erdemir et al., 2010; Nishida et al., 2008; Nishida et al., 2006).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연은 치주질환의 위험요인으로도 작용할 수 있으며, 최근 여러 체계적 문헌고찰은 이를 뒷받침하는 근거를 제시하고 있다. 총 3편의 관련 연구가 확인되었고, 2016년에 Akinkugbe 등이 발표한 체계적 문헌고찰 및 메타분석은 비흡연 성인을 대상으로 간접흡연 노출과 치주질환 발생 간의 관련성을 평가하였다. 6편의 연구에서 임상 부착 수준 또는 치주낭 깊이를 활용해 치주 상태를 측정하였으며, 메타분석 결과, 간접흡연 노출군은 비노출군에 비해 임상 부착 수준과 치주낭 깊이의 교차비가 높은 것으로 나타났고(OR=1.34, 95% CI 1.08-1.68), 치아 상실의 교차비 또한 높았다(OR=1.33, 95% CI 1.15-1.54). 주목할 만한 점은 자기보고 형식이 아닌 혈액, 소변, 타액 등의 코티닌 수치를 이용해 객관적으로 간접흡연 노출을 평가한 3편의 연구에 대한 메타분석 결과(OR=1.63, 95% PI 0.90-2.96)가 자기보고 형식으로 평가한 3편의 연구결과(OR=1.15, 95% PI 0.68-1.96)보다 더 높은 교차비를 보였다고 보고하였다(Akinkugbe et al., 2016).

이와 함께, Tadakamadla 등은 가족의 사회경제적 특성과 부모의 건강행태가 아동의 치주질환에 미치는 영향을 분석한 2020년 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연 외에도 부모의 치주질환 유무, 교육 수준, 직업, 양육 태도 등이 아동의 구강 건강에 복합적으로 작용함을 강조하였다. 일부 연구에서는 부모의 치주 상태가 자녀의 치주염 발생과 상관관계가 있으며, 부모가 흡연자이거나 실내 간접흡연 환경에 있는 경우 아동의 임상 부착 수준이 낮고 치은염이 증가하는 경향이 있었다. 특히 치주질환은 생활환경과 가족 구성원의 건강행동에 밀접하게 영향을 받기 때문에, 간접흡연을 포함한 가족 차원의 개입이 필수적임을 시사한다(Tadakamadla et al., 2020).

마지막으로, 2022년 Oliveira 등은 15세 이하 아동·청소년을 대상으로 간접흡연 노출이 치주 상태에 미치는

영향을 메타분석 연구를 통해 발표하였다. 총 8편의 단면연구 중 4편은 치주낭 깊이, 2편은 임상 부착 수준, 2편은 탐침 시 출혈(Bleeding on Probing, BoP) 지표를 포함했으며, 모든 연구에서 치은 지수 점수에 대한 메타분석이 가능하였다. 그 결과, 간접흡연 노출군은 비노출군에 비해 표준화 평균차(Standardized Mean Difference, SMD)를 기준으로 유의하게 높은 치은 지수 점수를 보였으며(SMD=1.03, 95% CI 0.17-1.89), 이는 치은 염증 수준이 더 심각함을 의미한다. 반면, 치주낭 깊이 및 임상 부착 수준에서는 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았다. 또한, 간접흡연 노출 정도가 높은 국가에서 수행된 연구들에서 치은 지수 점수 차이가 더 크게 나타나(SMD=1.48, 95% CI 0.26-2.70), 흡연율과 실내금연정책의 부재가 아동의 치주 건강에 영향을 줄 수 있음을 보여준다(Oliveira et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

또한, 국내에서 발표된 연구들도 간접흡연과 치주 질환 간의 관련성을 뒷받침하고 있다. 총 3편의 연구가 확인되었다. 먼저, 2017년 Kim 등은 2007-2012년 제4-5기 국민건강영양조사 자료 중 11,643명의 데이터를 분석하여 지역사회 치주 지수(Community Periodontal Index, CPI)를 이용해 치주질환의 중증도를 평가하였다. 분석 결과, 직접흡연자는 비흡연자에 비해 치주질환 발생의 교차비가 유의하게 높았으나(OR=1.77, 95% CI 1.48-2.11), 간접흡연의 경우 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다(OR=1.09, 95% CI 0.88-1.36). 다만, 연도별 분석에서는 2010년 조사에서 간접흡연군에서 유의한 교차비 증가가 확인되어(OR=1.68, 95% CI 1.06-2.79)(Kim et al., 2017), 간접흡연이 여전히 치주질환의 유력한 위험인자임을 시사한다.

이어서 2018년 Kim은 2014-2015년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 간접흡연자의 요 코티닌 농도와 치주질환 간의 관련성을 분석하였다. 총 5,146명을 대상으로 지역사회 치주 지수를 이용해 평가하였으며, 치주 질환군은 치주 지수 code 3(깊이 4-5mm의 병적인 치주낭) 이상으로 정의하였다. 성별, 연령, 교육수준, 수입을 보정한 분석에서 요 코티닌 농도가 550ng/mL 이상인 고노출군은 50ng/mL 미만인 저노출군에 비해 치주 질환 위험이 2.08배(95% CI 1.73-2.50) 더 높았다(Kim, 2018). 이러한 결과는 생물학적 지표를 활용하여 객관적으로 측정한 간접흡연의 노출량과 치주질환의 위험 증가 간에 용량-반응 관계가 있음을 시사한다.

마지막으로, Choi 등(2021)은 2020년 청소년건강행태조사 자료를 이용하여 비흡연 청소년 48,867명의 간접흡연이 치은 통증 및 출혈에 미치는 영향을 분석하였다. 가정 내 노출 시 치주질환 증상 발생이 1.20배(95% CI 1.10-1.31) 높았으며, 공공장소 노출 시 1.28배(95% CI 1.17-1.40) 높았다(Choi et al., 2021).

라. 종합

간접흡연 노출과 치주질환의 위험 증가에 대해서 총 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관된 유의성이 확인되었고, 한국인 대상 연구들에서도 일관된 결과가 나타났다. 이상의 국내외 연구 결과들은 간접흡연 노출이 전 연령층에서 치주질환의 위험인자임을 강하게 시사한다. 다만 국내 연구의 경우 단면연구만 보고되어 향후 전향적 연구 또는 체계적 문헌고찰 연구 등을 통한 보완이 필요하다.

3 기타 구강질환

가. 해외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

흡연은 임플란트 주변 질환의 잘 알려진 위험요인이며, 여러 연구에서 흡연자의 치주 및 임플란트 주변 치조골 손실의 가능성이 높다고 보고되었다(Chrcanovic et al., 2015; Keenan & Veitz-Keenan, 2016; Levin & Schwartz-Arad, 2005). 이를 뒷받침하는 근거로 흡연자는 비흡연자에 비해 치은 조직에서 최종 당화 산물(Advanced Glycation Endproducts, AGEs)과 그 수용체의 발현이 증가되어 있으며(Katz et al., 2007), 이들의 상호작용은 치주 및 임플란트 주변 질환의 진행에 중요한 역할을 한다(Katz et al., 2005). 또한 담배 노출은 치은 섬유아세포에 세포독성을 유발하여 세포의 증식과 부착 능력을 저하시킬 수 있다(Cattaneo et al., 2000). 동물실험에서는 간접흡연에 노출된 실험쥐에서 임플란트와 골 간의 접촉 비율(Bone-to-Implant Contact, BIC) 및 골 접촉 영역이 유의하게 감소되었다고 보고된 바 있다(César-Neto et al., 2003). 이러한 배경을 바탕으로 Javed 등은 2018년도에 간접흡연이 임플란트 후 골유착에 미치는 영향을 평가한 최초의 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구를 발표했다. 총 9편의 전임상 연구가 분석 대상에 포함되었고, 이 중 6편의 연구는 간접흡연이 임플란트 주변의 골 접촉 영역을 저해한다고 보고하였다. 또한 4편의 연구에서는 간접흡연에 노출된 군에 비해 대조군에서 유의하게 높은 임플란트 주변 골밀도가 관찰되었다. 임플란트의 해면골 골유착에 대한 간접흡연의 영향을 보고한 5편의 연구를 메타분석한 결과 간접흡연 노출군에서 대조군에 비해 표준화된 평균 차이(SMD) 기준으로 임플란트와 골 간의 접촉 비율이 0.86(95% CI -1.28 - -0.44)만큼 유의하게 낮았다. 피질골에서도 유사한 결과가 나타났으며, 메타분석 결과 간접흡연군의 임플란트와 골 간의 접촉 비율이 0.82(95% CI -1.19 - -0.44) 낮았다. 이러한 결과는 간접흡연이 임플란트 골유착 과정에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다(Javed et al., 2018).

구강 색소 침착은 하나 이상의 색소가 조직에 축적되거나, 구강 점막 표면의 색이 변화함으로 인해 발생한다. 이러한 색소 침착은 헤모글로빈, 헤모시데린 및 멜라닌과 같이 신체 내부에서 생성되거나 대사 과정에서 유래된 내인성 요인에 의해 발생할 수도 있으며, 한편으로는 약물, 흡연 등의 외인성 요인에 의해 발생하기도 한다(Firoozi et al., 2020). 특히, 담배에 포함된 니코틴과 벤조피렌과 같은 다환방향족탄화수소은(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)는 멜라민 생성을 자극하며, 멜라닌 세포는 담배연기에 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있다(Araki et al., 1983; Eltony & Ali, 2017; Hajifattahi et al., 2010). 이러한 멜라닌 세포를 자극하는 활성물질은 타액과 점막을 통해서, 또는 전신 순환을 통해서 멜라닌 세포에 도달하며(Rotbeh et al., 2022), 이로 인해 담배에 장기간 담배 노출은 구강 색소 침착을 유발할 수 있다. 2022년 Rotbeh 등은 구강 색소 침착의 발병률과 관련 요인을 분석한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 발표하였다. 총 69편의 연구가 포함 기준을 충족하여 분석에 포함되었으며, 대부분의 연구에서 남성, 흡연자, 간접흡연 노출자, 밝은 피부를 가진 사람, 그리고 유쇼(Yusho) 환자에서 구강 색소 침착의 발병률이 유의하게 높게 나타났다. 이 중 29편의 연구가 담배와 구강 색소 침착의 연관성을 보고했으며, 21편에서는 흡연자의 발병률이 더 높다고 보고하였다.

또한, 4편의 연구에서는 간접흡연 노출자에서 구강 색소 침착 발병률이 유의하게 높게 나타났다(Rotbeh et al., 2022).

나. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2022년 Yoon 등은 2020년 청소년건강행태조사 자료를 활용하여 국내 비흡연 청소년 37,591명을 대상으로 간접흡연 노출과 구강 증상(치아 파절, 치통, 잇몸 출혈) 간의 연관성을 분석하였다. 그 결과, 간접흡연 노출군에서 남녀 모두 구강 증상의 교차비가 더 높게 나타났다(남학생: OR=1.56, 95% CI 1.46-1.66; 여학생: OR=1.50, 95% CI 1.41-1.61). 하위 항목별 분석에서는 치통(남학생: OR=1.55, 95% CI 1.45-1.66; 여학생: OR=1.50, 95% CI 1.41-1.60)과 잇몸 출혈(남학생: OR=1.43, 95% CI 1.29-1.58; 여학생: OR=1.32, 95% CI 1.21-1.44)이 남녀 모두 간접흡연 노출 시 유의하게 증가하는 양상을 보였다. 반면, 치아 파절은 여학생에서만 교차비가 높게 나타났다(OR=1.28, 95% CI 1.13-1.45)(Yoon et al., 2022).

V

모체-태아 영향

1 선천 기형

가. 개요

간접흡연은 태아의 발달 과정에 유해한 환경요인으로 작용해 선천 기형 발생을 유발할 수 있는 것으로 알려져 왔다. 담배 연소 과정에서 방출되는 니코틴, 다환방향족탄화수소 등 여러 독성물질은 모체 혈액을 통해 태반을 통과해 태아의 장기 형성과 신경계 발달을 방해하였다. 이러한 물질은 세포 증식과 혈관 발달을 억제하고 DNA 손상과 유전자 발현 이상을 초래하여, 결과적으로 구순구개열, 신경관 결손, 심장기형 등 다양한 선천 기형의 위험을 높인다고 보고되어 왔다(Meng et al., 2018; Zheng et al., 2019).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

모체의 흡연 노출과 선천 기형 발생에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구는 총 11편이 확인되었다. 이 중 구순구개열 발생에 대한 연구 4편, 신경관 결손에 대한 연구 3편, 그 외 선천 기형에 대한 연구 4편이 확인되었다.

2015년 Sabbagh 등은 모체의 간접흡연이 비증후군성 구순구개열 발생과 연관되어 있다는 사실을 체계적으로 고찰한 바 있었다. 14편의 연구가 포함되었으며, 메타분석 결과 간접흡연 노출 시 구순구개열 발생 위험이 약 2배($OR=2.11$, 95% CI 1.54–2.89) 증가하는 것으로 분석되었다. 수정된 교차비의 비교가 가능한 13편의 연구들에서 잠재적 교란변수를 조정한 후에는 구순구개열 발생 위험이 약 1.5배($OR=1.54$, 95% CI 1.11–2.12) 증가하는 것으로 보고되었다(Sabbagh et al., 2015).

이어서 2023년 Sabbagh 등은 이전 연구를 업데이트하여 환경담배연기 노출과 비증후군성 구순구개열 간의 연관성을 재분석하였다. 26편 연구($n=2,142$)가 포함되었으며, 간접흡연 노출 시 1.80배(95% CI 1.51–2.15) 비증후군성 구순구개열 발생 위험이 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 하위그룹 연구에서 모체의 간접흡연과 부모의 직접흡연의 위험을 비교한 연구들에서 간접흡연 노출 시($OR=2.21$, 95% CI 1.42–3.45) 부모의 직접흡연($OR=1.51$, 95% CI 1.11–2.06)보다 더 위험이 증가하는 것으로 보고하였다(Sabbagh et al., 2023).

2024년 Acs 등도 구순구개열 위험과 관련된 모체의 요인에 대한 메타분석 연구를 발표하였다. 모체의 저체중, 비만, 고혈압, 당뇨, 흡연, 음주 등이 구순구개열 발생과 연관되어 있다는 점을 보고하였다. 이 중 모체의 흡연 노출은 교차비 1.55(95% CI 1.34–1.79)로 나타났으며, 간접흡연이 직접흡연보다 더 위험한 요인으로 보고되었다(Acs et al., 2024).

한편, Vathulya 등(2024)은 간접흡연 노출 비증후군성 구순구개열 발생 위험 간의 연관성을 주로 대륙별로 비교한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하였다. 총 51편 연구가 포함되었으며, 흡연의 구순구개열 발병 위험은 1.44배(95% CI 1.24-1.67)로 증가되었다. 아시아(OR=1.75, 95% CI 1.15-2.65)와 남미(OR=1.78, 95% CI 1.39-2.28) 대륙의 교차비가 유럽이나 북미에 비해 더 높게 나타났고, 아시아 지역의 간접흡연 차단 정책의 중요성이 강조되었다(Vathulya et al., 2024).

2018년 Meng 등은 모체의 직접흡연과 간접흡연이 신경관 결손 발생에 미치는 영향을 비교한 메타분석을 발표하였다. 33편의 연구를 분석한 결과, 직접흡연은 유의한 결과를 보이지 않았으나(OR=1.05, 95% CI 0.91-1.22), 간접흡연은 신경관 결손 발생 위험을 약 1.90배(95% CI 1.56-2.31) 높이는 것으로 나타났다(Meng et al., 2018).

이어서, 2021년 Luo 등은 부모의 흡연과 자녀의 신경관 결손 발생 간의 연관성에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표했다. 10편의 연구가 포함되었으며, 부모의 흡연은 신경관 결손 전체(OR=1.68, 95% CI 1.48-1.92), 무뇌아(OR=1.41, 95% CI 1.06-1.86) 및 뇌류(OR=2.90, 95% CI 1.00-8.41)와 모두 유의한 연관성이 확인되었다. 또한 부모의 흡연량이 많을수록 자녀의 신경관 결손의 위험이 증가하는 선형적 용량-반응 관계가 확인되었다(OR=1.45, 95% CI 1.14-1.84)(Luo et al., 2021).

2019년 Zheng 등은 모체의 간접흡연이 선천성 기형 전반과 연관됨을 메타분석을 통해 밝혔다. 33편의 연구가 포함되었으며, 간접흡연은 전체 선천 기형 발생 위험을 1.92배(95% CI 1.61-2.30)로 높이는 것으로 나타났다. 소화기계(OR=1.17, 95% CI 1.05-1.32), 신경계(OR=1.74, 95% CI 1.33-2.29), 심혈관계(OR=2.10, 95% CI 1.32-3.35), 구순구개열(OR=1.87, 95% CI 1.47-2.39)에서도 유의한 증가가 확인되었다(Zheng et al., 2019).

이와 유사하게 2024년 Han 등은 중국 내 부모의 흡연과 선천 기형 전반 간의 연관성을 체계적 문헌고찰 및 메타분석으로 정리하였다. 62편의 연구가 분석되었으며, 모체 직접흡연(OR=2.19, 95% CI 1.72-2.79), 간접흡연(OR=2.59, 95% CI 2.24-2.99) 및 부성 흡연(OR=1.47, 95% CI 1.34-1.62) 모두 유의하게 나타났다(Han et al., 2024).

한편, 2020년 Zhao 등은 부모의 흡연이 선천성 심장기형 발생과 유의한 연관이 있음을 대규모 메타분석으로 제시하였다. 125편의 연구가 포함되었으며, 모체 직접흡연은 심장기형 발생 위험을 1.25배(95% CI 1.16-1.34), 간접흡연은 2.24배(95% CI 1.81-2.77), 부성 흡연은 1.74배(95% CI 1.48-2.06) 증가시키는 것으로 나타났다(Zhao et al., 2020).

2023년 Ye 등은 부모의 흡연과 요도하열 간의 연관성을 분석하였다. 44편의 연구(약 n=16,630,000)가 포함되었으며, 모체 직접흡연은 요도하열 위험이 다소 낮은 것으로 나타났고(RR=0.94, 95% CI 0.90-0.99), 연구 간 이질성은 중간 수준이었다($I^2=56.1\%$)(Ye et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 선천 기형 발생 위험 증가에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

총 4편의 체계적 문헌고찰 연구에서 모체의 간접흡연은 직접흡연과 비슷하거나 더 높게 태아의 구순구개열 발생 위험을 높였다고 보고되었다. 신경관 결손 또한 3편의 체계적 문헌고찰 연구에서 이와 유사한 결과들을 보고하였고, 용량-반응 관계도 확인되었다. 그 밖에도 1편의 연구에서 심장기형의 위험을 유의하게 높였고, 1편의 연구에서 직접흡연하는 모체의 자녀 요도하열 위험이 다소 감소하는 것으로 보고되었다. 간접흡연 노출은 신경관 결손의 위험을 유의하게 증가시키는 근거가 충분하며, 구순구개열 발생 위험을 증가시킴을 강하게 시사한다. 심장기형 발생 증가 및 요도하열 발생 감소에 대해서는 그 가능성은 시사하나 근거가 불충분하다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

2 주산기 결과

가. 개요

모체의 흡연과 간접흡연은 태아 손실과 주산기 결과에 가장 직접적으로 영향을 미치는 환경 요인으로 잘 알려져 왔다. 모체의 흡연으로 인해 발생한 니코틴과 다양한 발암 독성물질은 태반 혈류를 감소시키고, 태아 산소 공급을 방해하며, 염색체 손상과 태반 기능 부전을 초래하여 사산, 유산, 저체중 출산 및 조산의 주요 원인으로 작용할 수 있다(Pineles et al., 2016; Thompson et al., 2023).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

모체의 흡연 노출과 주산기 결과에 관한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구는 총 8편이 확인되었다. 이 중 사산과 신생아 사망에 대한 연구 3편, 조산에 대한 연구 4편, 저체중아 및 신생아 건강결과에 대한 연구 3편이 포함되었다.

먼저, 2015년 Banderali 등은 부모 흡연이 임신과 수유기에 미치는 단기 및 장기적 영향을 기술적으로 고찰하였다. 다수의 연구를 종합하여 모체 흡연이 조산, 태아 발육지연, 저체중 출산, 사산 및 신생아 돌연사 위험을 높이는 것으로 정리하였다. 특히 수유기 노출까지 누적될 경우 장기적 대사·호흡기계 이상과 소아 비만까지 연관된다고 보았다(Banderali et al., 2015).

이어서, 2016년 Pineles 등은 모체 흡연과 간접흡연이 사산과 신생아 사망 등 주산기 사망에 미치는 영향을 체계적으로 고찰 및 메타분석을 실시하였다. 57편의 연구에서 흡연은 사산 위험을 1.46배(95% CI 1.38-1.54), 신생아 사망 위험을 1.22배(95% CI 1.14-1.30), 전체 주산기 사망 위험을 1.33배(95% CI 1.25-1.41)로 증가시키는 것으로 분석되었다. 또한 모체의 흡연량이 많을수록 위험도가 증가하는 용량-반응

관계도 확인되었다(Pineles et al., 2016).

또한, 2023년 Thompson 등은 뉴질랜드, 호주, 영국 등 다국적 데이터를 활용해 사산의 독립적 위험요인을 메타분석하였다. 총 5개 연구 데이터를 통합 분석한 결과, 모체의 간접흡연은 사산의 위험을 1.62배(95% CI 1.05-2.51), 모체의 흡연은 1.92배(95% CI 1.26-2.93) 사산 위험을 증가시켰다(Thompson et al., 2023).

한편, 2016년 Cui 등은 모체 간접흡연과 조산 발생 간의 연관성을 메타분석하였다. 총 24편의 연구가 포함되었으며, 간접흡연 노출 여성의 조산 위험은 전체적으로 1.20배(95% CI 1.07-1.34, $I^2=36.1\%$), 가정 내 노출만 따로 분석 시 1.16배(95% CI 1.04-1.30, $I^2=4.4\%$)로 증가하는 것으로 나타났고, 연구 간 이질성은 낮거나 중간 정도였다(Cui et al., 2016).

이어서, 2018년 Sharifi 등은 이란에서 사회적 건강 결정요인이 조산에 미치는 영향을 세계보건기구의 사회적 건강결정요인 모델을 기반으로 체계적 문헌고찰과 메타분석하여 발표하였다. 16편의 연구 중 간접흡연과 관련된 3편의 연구에서 간접흡연 노출 여성은 조산 위험이 약 1.7배(OR=1.69, 95% CI 1.00-2.84)로 높았다(Sharifi et al., 2018).

가장 최근 연구로 2025년에 발표된 Fu 등의 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서는 전 세계의 관찰연구를 대상으로 간접흡연 노출과 조산 위험의 연관성을 평가하였으며, 간접흡연 노출 임신부에서 조산의 교차비가 1.21(95% CI 1.10-1.32, $I^2=76.2\%$)로 유의하게 높았음을 보고하였다. 특히 코호트 및 횡단면연구, 아시아 지역 연구, 더 큰 표본 및 최근 연구들에서 연관성이 더욱 뚜렷하게 나타났으며, 전반적으로 금연정책 강화 및 공중보건적 인식 제고를 통한 간접흡연 노출 저감의 필요성을 강조하였다(Fu et al., 2025).

한편, 2022년 Helmyati 등은 인도네시아 임신부의 건강행동이 신생아 사망과 저체중 출산에 미치는 영향을 분석하여 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구를 발표하였다. 12편의 연구가 메타분석에 포함되었으며, 이 중 간접흡연에 대한 4편의 연구에서 간접흡연에 노출된 임신부는 저체중아 출산 위험이 3.41배(95% CI 1.75-6.63)로 높았고, 연구의 이질성은 중간 수준이었다($I^2=40\%$)(Helmyati et al., 2022).

이어서 2023년 Demelash Enyew 등은 에티오피아 내 환경 노출과 불량한 주산기 결과 간의 연관성을 체계적으로 고찰 및 메타분석 하였다. 간접흡연 노출 여성은 저체중아 출산 위험이 약 2.6배(OR=2.63, 95% CI 1.09-6.35), 높았고, 모체의 직접흡연 시 저체중아 출산 위험은 약 4배(OR=3.90, 95% CI 2.36-6.45) 증가하였다(Demelash Enyew et al., 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2015년 Lee 등은 임신 35주에 모발 니코틴 농도를 측정하여 간접흡연 노출과 출생체중 및 부당경량아(Small for Gestational Age, SGA) 위험 간의 연관성을 분석하였다. 비흡연 임신부 871명을 대상으로 한 결과, 모발 니코틴 농도가 높을수록 출생체중이 감소하였으며($\beta=-0.077$, $p=0.037$), 최고 노출군은 최저 노출군 대비 부당경량아 위험이 증가하였다(OR=1.59, 95% CI 1.05-2.42). 이는 임신기 간접흡연 노출이 태아 성장에

부정적인 영향을 미침을 보여준다(Lee et al., 2015).

이어, 2018년 Lee 등은 임신 초기 산모 251명을 대상으로 소변 내 니코틴 특이적 니트로사민 대사체 NNAL(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol) 농도를 측정하여 흡연 노출과 임신 결과를 분석하였다. NNAL 양성군은 자연유산(OR=12.36, 95% CI 2.05-74.37), 조산(OR=22.24, 95% CI 3.74-132.36), 부당경량아(OR=6.92, 95% CI 1.39-34.52) 위험이 높았다. 자기보고 및 코티닌 검사보다 NNAL 검사가 장기간 흡연 노출을 평가하는 데 유용함이 확인되었다(Lee et al., 2018).

같은 해, 2018년 Kwon 등은 한국 조산 레지스트리 네트워크 자료를 활용하여 고령 임신부(35세 이상)에서 조산에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 총 531명의 단태아 임신부를 대상으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과, 간접흡연에 노출된 경우 조산 위험이 유의하게 증가하였다(OR=2.83, 95% CI 1.14-7.04). 이는 생활습관 요인 중 간접흡연이 고령 임신부의 불량한 임신 예후와 관련될 수 있음을 시사하였다(Kwon et al., 2018).

마지막으로, 2021년 Oh 등은 출산 경험이 있는 한국 여성 1,675명을 대상으로 임신 중 음주, 흡연, 커피 섭취와 출생 결과를 분석하였다. 임신 중 간접흡연 노출률은 25.43%였으며, 간접흡연 노출은 저체중아 위험을 증가시켰다(OR=1.62, 95% CI 1.01-2.62). 커피 섭취 또한 저체중아 위험요인으로 확인되었다(OR=1.92, 95% CI 1.22-3.03)(Oh et al., 2021).

라. 종합

모체의 흡연과 간접흡연은 사산, 신생아 사망, 조산, 저체중 출산, 등 주산기 결과에 부정적 영향을 미치는 것으로 다수의 체계적 문헌고찰 연구에서 일관되게 확인되었다. 특히 흡연량과 간접흡연 노출 수준에 따라 사산의 위험이 증가하는 용량-반응 관계도 확인되었다. 따라서 간접흡연 노출은 주산기 결과의 위험인자로서 근거가 충분하다고 판단된다. 또한 한국인 대상 전향적 연구 및 후향적 연구들에서도 이와 동일한 결과가 확인되었다.

3 성장과 발달

가. 개요

모체의 흡연과 간접흡연은 태아의 정상적인 성장과 발달을 저해하는 대표적인 환경 위해 요인으로 알려져 왔다. 임신 중 흡연은 태반 기능 저하, 산소 공급 감소, 독성물질 노출 등을 통해 태아의 신체 성장뿐만 아니라 장기 발달과 신경계 형성에도 악영향을 미쳐왔다. 최근 연구에 따르면 흡연은 태아의 성장 지표 외에도 아니라 출생 후 신경발달, 장기 기능, 비만 위험까지 연관되어 있다는 사실이 확인되었다(Römer et al., 2020; Ylijoki et al., 2019).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

모체의 흡연 노출과 성장 및 발달에 관한 체계적 문헌고찰과 메타분석 연구는 총 6편이 확인되었다. 먼저, 2017년 Abraham 등은 임신 중 모체 흡연이 태아 초음파 측정 결과에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하고 메타분석하였다. 해당 연구에는 16편의 연구가 포함되었고, 메타분석에는 8편이 사용되었다. 모체 흡연은 2기와 3기 모두에서 태아 머리둘레, 대퇴골 길이, 추정 태아체중을 감소시키는 것으로 나타났다. 또한, 모체의 흡연량이 많을수록 태아의 머리둘레는 더 감소하는 용량-반응 관계도 확인되었다(Abraham et al., 2017).

그리고, 2018년 Qureshi 등은 임신 중 간접흡연 노출과 소아 비만 간의 연관성을 고찰하였다. 총 19편의 연구가 포함되었고, 이 중 8편이 메타분석에 활용되었다. 간접흡연 노출은 소아 비만 위험을 약 1.9배 증가시키는 것으로 분석되었다(OR=1.91, 95% CI 1.23-2.94)(Qureshi et al., 2018).

이어서, 2019년 McLean 등은 모체 흡연이 영아 장내 미생물에 미치는 영향을 주제범위 문헌고찰로 정리하였다. 총 3편의 전향적 코호트 연구(n=1,277)가 포함되었으며, 흡연 노출 영아는 장내 미생물군의 대표적인 분류 중 하나인 퍼미쿠테스문(*Firmicutes*)의 상대적 풍부도가 높아졌고, 장내 세균 구성 변화는 소아 비만 위험 증가와 연관되었다고 보고하였다(McLean et al., 2019).

한편, 2019년 Ylijoki 등은 임신 중 흡연이 미숙아의 신경심리 발달에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하였다. 54편의 연구가 포함되었고, 이 중 모체 흡연 관련 연구는 4편이었다. 흡연 노출은 미숙아의 인지기능(지연된 수리 능력, Delayed numerical skills: OR=4.26, 95% CI 1.56-11.65; 처리 속도 저하, Reduced processing speed; OR=3.05, 95% CI 1.43-6.52)과 신경발달에 부정적인 영향(OR=3.36, 95% CI 1.38-8.17)을 미칠 수 있음이 일부 확인되었다(Ylijoki et al., 2019).

다음 해인 2020년 Römer 등은 저·중간량 흡연 및 음주가 조기 아동 발달에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하였다. 총 17편의 연구가 포함되었으며, 그 중 흡연에 대한 연구는 4편이었다. 저·중간량 흡연 노출도 언어발달, 운동능력, 인지발달 저하 등 조기 발달에 악영향을 미친 것으로 분석되었다(Römer et al., 2020).

마지막으로, 2023년 Popham and Kandasamy는 임신 중 흡연과 니코틴 노출이 태아 신장 발달에 미치는 영향을 고찰하였다. 총 18편(인간연구 6편, 동물연구 12편)이 포함되었으며, 인간 대상 연구에서는 흡연 노출 시 태아 신장 크기, 무게, 용적이 감소하는 것으로 나타났다. 특히 일일 5-10개비 이상 흡연 시 영향이 가장 큰 것으로 확인되었다(Popham & Kandasamy, 2023).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2019년 Lee 등은 한국 다기관 출생코호트(Mothers and Children's Environmental Health Study, MOCEH) 자료를 활용하여 임신 초기(12-20주) 산모의 소변 코티닌 농도와 24개월 아동의 신경발달 간의 관련성을 분석하였다. 모체의 코티닌 농도가 1.90ng/ml를 초과한 군에서 정신발달지수(Mental Development Index, MDI)가 유의하게 낮았으며($\beta=-2.73$, 95% CI -5.32 -0.15), 담배 관련 독성물질의 해독 효소 활성이

결여된 유전자형인 GSTM1 및 GSTT1 결손형에서는 효과가 더 컸다($\beta=-5.78$, 95% CI $-10.69--0.87$). 생후 6개월까지 모유수유를 한 경우 이러한 관련성이 나타나지 않았다(Lee et al., 2019).

라. 종합

모체의 흡연과 간접흡연은 태아의 성장지표를 감소시키는 반면에 소아의 비만은 증가시키는 것으로 보고되었다. 또한 신장의 발달과 언어, 운동능력 및 인지발달 등 신경발달에도 부정적인 영향을 미쳤다. 다수의 체계적 문헌고찰 연구와 한국인 대상 연구에서 다양한 영역의 성장 및 발달 지연에 대한 유의한 결과가 확인되어 간접흡연 노출이 성장 및 발달에 부정적인 영향을 미침을 시사하나, 평가 대상 및 지표의 일관성이 부족하여 근거는 불충분하다고 판단된다.

4 기타 모체-태아 영향

가. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출이 초경 연령 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 2편 확인되었다. 2015년 Yermachenko and Dvornyk은 모체 흡연 노출과 초경 연령 간의 연관성을 메타분석을 수행하였다. 17편의 연구를 포함하여 분석한 결과, 임신 중 흡연 노출 여성의 딸은 초경 연령이 평균 약 0.09년 감소하였다(95% CI $-0.16--0.02$). 5편의 연구에서는 11세 이전 초경 위험이 15% 증가하는 것으로 분석되었다(RR=1.15, 95% CI 1.08-1.23) (Yermachenko & Dvornyk, 2015).

이어서 2018년 Chen 등은 임신 중 흡연 노출 및 소아기의 간접흡연 노출과 사춘기 발달 시점 간의 연관성을 체계적 문헌고찰 및 메타분석 하였다. 7개 데이터베이스를 검색해 선정된 연구에서, 임신 중 또는 출산 후 흡연에 노출된 소녀는 초경 연령이 빠르며(SMD= -0.087 , 95% CI $-0.174-0.000$), 소년은 변성기 시점이 빨라질 위험이 1.34배(95% CI 1.29-1.40)로 나타났다(Chen et al., 2018).

2019년 Kataria 등은 임신 중 흡연 노출과 성인기의 심혈관 대사위험 간 연관성을 일반인 코호트 연구와 메타분석으로 고찰하였다. 19편 연구가 포함되었으며, 임신 중 흡연 노출군에서 성인기 과체중(OR=1.35, 95% CI 1.16-1.56), 비만(OR=1.46, 95% CI 1.39-1.54), 임신성 당뇨(OR=1.38, 95% CI 1.19-1.61) 위험이 유의하게 증가하였다(Kataria et al., 2019).

2023년 Ye 등은 중국 소아의 건강결과와 임신 중 간접흡연 간 연관성을 체계적으로 고찰하였다. 30편의 연구가 포함되었으며, 조산, 태아 성장지연, 고혈압, 행동장애, 호흡기질환 등 다양한 부정적 영향이 확인되어 정책적 간접흡연 차단 필요성이 강조되었다(Ye et al., 2023).

2019년 Suzuki 등은 임신 중 간접흡연과 모유수유 결과 간 연관성을 체계적으로 고찰하였다. 8편의 전향적 코호트 연구가 포함되었고, 2편의 메타분석에서 임신 중 간접흡연 노출 여성의 모유수유 중단 위험이 1.07배(95% CI 1.01-1.14) 증가하였다(Suzuki et al., 2019b).

2019년 Tuentier 등은 임신 중 흡연 노출이 임신부의 엽산, 비타민 B₁₂, 호모시스테인 수치에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하였다. 총 32편 연구(n=37,822)가 포함되었으며, 흡연 노출군은 엽산과 비타민 B₁₂ 수치가 낮고 호모시스테인 수치가 높게 나타났다. 이는 태아 건강에 부정적 영향을 줄 수 있다(Tuentier et al., 2019).

제
1
장

제
2
장

제
3
장

제
4
장

제
5
장

제
6
장

제
7
장

VI

기타 질환

1 류마티스 질환

가. 개요

간접흡연은 대표적인 환경 위해 요인으로서 다양한 류마티스 질환의 발생과 악화에 영향을 미치는 것으로 제시되어 왔다. 간접흡연에 포함된 니코틴과 다환방향족탄화수소는 폐 상피세포와 대식세포에서 면역반응을 유발하여 자가면역 질환의 병태생리에 중요한 Th17 세포 활성화와 염증성 사이토카인(IL-6, IL-17, TNF- α) 분비를 촉진한다고 알려져있다(Alessandrini et al., 2009). 흡연 관련 니트로사민과 산화스트레스는 단백질 시트룰린화를 증가시켜 항시트룰린화단백항체(Anti-citrullinated protein antibody, ACPA) 생성과 같은 자가면역반응을 강화하며, 이는 류마티스관절염(Rheumatoid Arthritis, RA)뿐 아니라 다발성경화증(Multiple Sclerosis, MS)의 위험 증가와 연관될 수 있다(Atli et al., 2012).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출과 류마티스 질환 발생 위험에 대한 연구는 총 7편이 확인되었으며 이 중 다발성경화증의 위험 증가에 대한 연구가 대다수를 차지하였다. 먼저 2016년 Zhang 등은 20,626명의 사례를 포함한 메타분석에서 흡연이 다발성경화증 발생 위험을 1.55배(95% CI 1.48-1.62) 유의하게 높인다는 사실을 밝혔다. 간접흡연 노출에 대한 하위그룹 분석에서도 다발성경화증 발생 위험이 1.24배(95% CI 1.03-1.49) 증가하는 것으로 확인되었다(Zhang et al., 2016).

2017년 Degelman and Herman은 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서 흡연이 다발성경화증 발생 및 진행에 미치는 영향을 평가하였다. 흡연은 다발성경화증의 위험을 1.54배(95% CI 1.46-1.63) 증가시키는 것으로 확인되었고, 간접흡연 관련 근거는 제한적이었으나 일부 연구에서 유의한 위험 증가가 관찰되었다. 간접흡연에 대한 8편의 연구 중 4편의 환자-대조군 연구에서 유의한 위험 증가가 확인되었고, 2편의 연구에서 용량-반응 관계가 확인되었다. 하지만 다른 4편의 연구에서는 유의한 위험 증가가 확인되지 않았다. 한편, 임신 중 모체의 흡연 노출에 대한 4편의 연구 중 1편의 연구에서 강한 유의성이 확인되었지만, 나머지 3편의 연구에서는 유의성이 확인되지 않았다(Degelman & Herman, 2017).

이어서 2024년 Schlindwein 등은 간접흡연과 다발성경화증 발병·진행에 대한 증거에 대해 우산 문헌고찰 연구를 수행하였다. 총 15편 연구가 포함되었고, 2편의 메타분석 연구, 1편의 체계적 문헌고찰 연구, 7편의 관찰연구에서 간접흡연이 다발성경화증 발생 위험을 높인다는 결과가 확인되었고, 1편의 체계적 문헌고찰 연구 및 4편의 관찰연구에서는 유의한 결과가 확인되지 않았다. 또한, 질병 진행 위험과의 직접 연관성은

불분명하였다(Schlindwein et al., 2024).

한편, 2017년 Poorolajal 등은 흡연과 다발성경화증 위험 간의 연관성을 34편 연구로 메타분석하였다. 흡연력이 있는 경우 다발성경화증의 위험이 1.57배(95% CI 1.46-1.69) 증가하는 것으로 확인되었다. 간접흡연 노출자의 다발성경화증 위험은 교차비 1.12(95% CI 0.87-1.36)로 분석되었으나, 통계적으로 유의한 증가는 아니었다. 한편, 전체 흡연군에서는 강한 용량-반응 관계가 확인되었다(Poorolaja et al., 2017).

또한, 2021년 Badihian 등은 출생 전후 요인이 다발성경화증 발병에 미치는 영향을 체계적 문헌고찰 및 메타분석하였다. 34편의 연구 중 산전 간접흡연 노출과 다발성경화증 발생 간의 연관성은 통계적으로 유의하지 않았다(OR=1.01, 95% CI 0.77-1.34)(Badihian et al., 2021).

2023년 Zhang 등은 간접흡연 노출이 류마티스관절염 발생에 미치는 영향을 메타분석하였다. 6편의 연구에서 간접흡연 노출군은 비노출군보다 류마티스관절염 위험이 12%(RR=1.12, 95% CI 1.04-1.20) 높았으며 중간 정도의 이질성을 보였다($I^2=34.9\%$). 특히 아동기 부모의 흡연 노출군은 34%(RR=1.34, 95% CI 1.01-1.78) 더 높았다(Zhang et al., 2023).

2019년 Parisi 등은 흡연이 전신 홍반성 루푸스(Systemic Lupus Erythematosus, SLE) 발병과 질병 활성도 및 치료 반응에 미치는 영향을 체계적 문헌고찰 및 메타분석하였다. 총 9편의 연구에서 현재 흡연자는 전신 홍반성 루푸스 위험이 1.49배(95% CI 1.06-2.08) 증가하였으나, 간접흡연에 대한 데이터는 제한적이었다(Parisi et al., 2019).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 류마티스 질환에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연과 주요 자가면역 질환의 발생 위험과의 연관성을 시사할 수 있는 연구들이 확인되었다. 다발성 경화증의 경우 1편의 체계적 문헌고찰 연구에서는 간접흡연 노출이 유의한 연관성을 보였고, 1편의 우산 문헌고찰 연구에서는 일관성은 없지만 유의한 연구의 수가 더 많았다. 하지만 다른 체계적 문헌고찰 연구들을 살펴보면 1편의 연구에서는 불일치한 결과를 보였으며, 2편의 연구에서는 유의한 연관성을 보이지 않았다. 따라서 간접흡연과 다발성경화증 위험 간의 연관성을 시사하지만, 추가적인 연구에 대한 평가가 더 필요하다고 판단된다. 류마티스관절염과 간접흡연의 경우 1편의 체계적 문헌고찰 연구에서 유의한 결과를 보여 간접흡연의 류마티스관절염 발병 위험을 시사하였지만 근거가 불충분하였다. 전신 홍반성 루푸스와의 연관성에 대해 체계적 문헌고찰 연구에서 유의한 결과를 보이지 않았으므로 근거는 불충분하다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

2 당뇨병

가. 개요

간접흡연은 전 세계적으로 가장 널리 퍼져 있는 건강위해 요인 중 하나로, 당뇨병 발생에도 영향을 미칠 수 있음이 최근 연구에서 제시되어왔다. 특히 제2형 당뇨병은 흡연에 의한 산화스트레스, 인슐린 저항성 증가, 베타세포 기능 저하와 같은 기전과 연관될 수 있으며, 간접흡연 노출만으로도 당뇨병 발생 위험이 상승한다는 증거가 축적되고 있다(Pan et al., 2015; Qin et al., 2023).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출과 당뇨병의 발병 위험에 대한 체계적 문헌고찰 연구는 총 6편이 확인되었다. 먼저, 2015년 Pan 등은 직접흡연, 간접흡연, 금연 상태와 제2형 당뇨병 발생 간의 연관성을 체계적 문헌고찰 및 대규모 메타 분석으로 평가하였다. 88편의 연구가 포함되었으며, 현재 흡연자의 경우 제2형 당뇨병 발생 위험이 1.37배(95% CI 1.29-1.46) 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 7편의 연구에서 간접흡연 노출자는 비노출자 대비 당뇨병 발생 위험이 1.22배(95% CI 1.10-1.35)로 나타났다(Pan et al., 2015).

같은 해 2015년 Wei and Yu는 간접흡연과 제2형 당뇨병 발병 위험 간의 연관성을 메타분석하였다. 총 7편의 전향적 연구가 포함되었으며, 간접흡연 노출자는 당뇨병 발생 위험이 1.33배(95% CI 1.20-1.46)로 확인되었고, 연구 간 유의한 이질성은 보이지 않았다(Wei & Yu, 2015).

또한, 2023년 Qin 등은 체계적 문헌고찰 및 전향적 코호트 연구 대상 메타분석에서 간접흡연과 제2형 당뇨병 발생 간의 연관성을 분석하였다. 총 10편의 전향적 코호트 연구가 포함되었고, 간접흡연 노출군은 제2형 당뇨병 발생 위험이 1.27배(95% CI 1.19-1.36)로 나타났다. 연구 간 유의한 이질성은 보이지 않았다($I^2=20.8\%$, $p=0.252$)(Qin et al., 2023).

한편, 2015년 Starling and Hoppin은 제2형 당뇨병의 환경-화학적 위험요인에 대한 기존의 고찰 연구를 업데이트하며 간접흡연이 위험요인으로 작용할 수 있음을 언급하였으나 근거 수준은 제한적으로 평가되었고 추가 연구가 필요하다고 지적되었다(Starling & Hoppin, 2015).

2023년 Zhang 등은 임신성 당뇨병(Gestational Diabetes Mellitus, GDM)과 간접흡연 간의 연관성을 체계적 문헌고찰 및 메타분석하였다. 총 10편의 연구 데이터를 분석한 결과, 간접흡연 노출군은 임신성 당뇨병 발생 위험이 1.47배(95% CI 1.31-1.64)로 높았다(Zhang et al., 2023).

2022년 Edstorp 등은 부모 흡연과 자녀의 제1형 당뇨병 및 체도자기항체 양성 간의 연관성을 체계적 문헌고찰 및 메타분석하였다. 23편의 연구가 포함되었고, 임신 중 모체 흡연은 자녀의 제1형 당뇨병 위험을 유의하게 낮추는 것으로 나타났다($RR=0.78$, 95% CI 0.71-0.86). 어린 시기 부모 흡연 노출과 제1형 당뇨병 간의 연관성은 유의하지 않았다($RR=0.95$, 95% CI 0.78-1.14)(Edstorp et al., 2022).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 당뇨병 위험에 대한 한국인 대상 연구는 총 4편이 확인되었는데 2017년 Kim 등은 2007-2013년 국민건강영양조사 자료를 분석하여 교육 수준과 간접흡연을 포함한 흡연 상태가 당뇨병 유병에 미치는 영향을 평가했다. 비흡연자이면서 간접흡연에 노출된 경우 당뇨병 위험이 유의하게 높았으며, 교육 수준이 낮을수록 이 경향이 두드러졌다(Kim et al., 2017).

또한, 2022년 Kim 등은 2014-2018년 국민건강영양조사 자료로 일반담배(궤련)·전자담배 혼용 사용과 간접흡연이 당뇨 전단계 위험에 미치는 영향을 평가했다. 비흡연자 중 간접흡연 노출자는 당뇨 전단계 위험이 16%(OR=1.16, 95% CI 1.04-1.30) 증가했다(Kim et al., 2022).

일부 연구에서는 특정 성별에서만 유의한 결과를 보이기도 했는데, 2021년 Kim 등은 2011-2016년 강북삼성코호트(Kangbuk Samsung Health Study) 자료를 사용하여 여성 비흡연자에서 요중 코티닌으로 검증한 간접흡연 노출과 당뇨병의 관련성을 분석했다. 여성에서만 간접흡연이 당뇨병 위험을 높였고(OR=1.40, 95% CI 1.20-1.65), 노출 시간, 빈도, 기간이 많을수록 위험이 증가했다(Kim et al., 2021).

한편, Bak 등(2021)은 제7기 국민건강영양조사 자료를 통해 성인의 간접흡연 노출과 혈당 이상(공복혈당 100mg/dL 이상 또는 HbA1c 5.7% 이상)과의 관련성을 평가했다. 전체적으로 유의하지 않았으나, 남성에서 공복혈당이 상승했고, 코티닌 농도가 높을수록 혈당 이상 위험이 증가했다(Bak et al., 2021).

라. 종합

총 3편의 국외 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연 노출 시 제2형 당뇨병의 발병 위험이 유의하게 증가됨을 보고하였고, 한 편의 연구에서 제한적인 결과를 보고하였다. 따라서 간접흡연 노출은 제2형 당뇨병 발병 위험을 증가시킬 수 있음을 강하게 시사한다. 한국인 대상 연구들에서도 특정 성별에서만 유의한 결과를 보이는 등 제2형 당뇨병 발병에 대한 일관적인 결과를 보이지 않았다. 간접흡연 노출 시 임신성 당뇨의 발병 위험 증가의 가능성을 시사하나 총 1편의 국외 체계적 문헌고찰 연구만 보고되어 근거는 불충분하다. 또한, 임신 중 모체 흡연이 자녀의 제1형 당뇨병 위험을 감소시키는 것에 대한 가능성은 시사하지만 총 1편의 체계적 문헌고찰 연구만 보고되어 근거는 불충분하다.

3 알레르기 질환

가. 개요

간접흡연 노출 시 담배연기 속 입자와 항원이 폐로 들어가면, 이를 처리하는 수지상세포에 의해 림프절로 더 효과적으로 전달되어, 알레르기 반응을 일으키는 면역반응(Th2형 면역반응)을 유도하여 알레르기 반응이 더 잘 일어나게 된다(Lanckacker et al., 2013). 또한, 산화스트레스 경로를 유도하여 알레르기 반응이

지속 및 증폭되도록 한다고 보고되었다(Robays et al., 2009). 더하여 주산기 노출은 DNA 메틸화 등 후생 유전학적 변화를 일으켜 이후 알레르기 질환의 발생 위험을 증가시킬 수 있다(Yang, 2016).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출과 알레르기 질환과의 연관성에 대한 체계적 문헌고찰 연구는 총 8편이 확인되었다. 그중 아토피 피부염 관련 연구가 5편, 천식 관련 연구가 3편이었다.

2016년 Kantor 등은 전 세계 관찰연구 86편을 대상으로 아토피 피부염과 흡연 노출의 연관성을 평가하는 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하였다. 분석 결과, 아토피 피부염은 본인의 직접흡연($OR=1.87$, 95% CI 1.32–2.63) 및 간접흡연($OR=1.18$, 95% CI 1.01–1.38)과 유의하게 연관되었으나, 임신 중 모체 흡연과는 연관이 없었다($OR=1.06$, 95% CI 0.80–1.40)(Kantor et al., 2016).

또한, 2023년 Cui and Mu는 코호트 연구 27편을 포함한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 통해 임신 및 산전 모체 요인과 자녀 아토피 피부염 위험 간 연관성을 분석하였다. 임신 중 간접흡연은 자녀 아토피 피부염 위험을 증가시켰다($OR=2.60$, 95% CI 1.11–6.10). 그 외 산업 제품 노출($OR=1.89$, 95% CI 1.10–3.16)과 향생제 노출($OR=3.59$, 95% CI 1.19–10.85)도 위험요인으로 보고되었다(Cui & Mu, 2023).

같은 해 2023년 Lau 등은 흡연 노출 시점과 종류가 소아 아토피 피부염, 음식 알레르기 발생에 미치는 영향을 고찰하였다. 32편의 연구가 포함되었으며, 임신 중 모성 직접흡연은 아토피 피부염 발생 위험을 감소시켰으나 ($RR=0.87$, 95% CI 0.77–0.98) 해당 연구들은 산모의 자가 보고에 의존한 결과였다. 모성 간접흡연은 자녀의 의사에 의한 아토피 피부염 진단 위험을 높이는 것으로 나타났다($RR=1.38$, 95% CI 1.06–1.79)(Lau et al., 2023).

이어서 2024년 Chao 등은 임신 중 모체의 직접 및 간접흡연과 자녀 아토피 피부염 발생 간 연관성을 규명하기 위해 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하였다. 총 15편의 관찰연구가 포함되었으며, 메타분석 결과 모체의 임신 중 직접흡연은 자녀 아토피 피부염과 유의한 연관이 없었다($OR=0.96$, 95% CI 0.86–1.07). 반면, 임신 중 간접흡연은 자녀의 아토피 피부염 위험을 유의하게 증가시켰다($OR=1.52$, 95% CI 1.36–1.70)(Chao et al., 2024).

2024년 Ma 등 또한 중국 1–7세 소아를 대상으로 한 단면연구 19편을 포함하여 아토피 피부염 유병률과 위험요인을 검토하였다. 메타분석 결과, 전체 유병률은 8%였으며, 가족의 알레르기 병력, 간접흡연, 애완동물, 봉제 장난감 등이 위험요인으로 확인되었다(Ma et al., 2024).

2016년 Yang은 모체의 임신기 및 영유아기 간접흡연 노출이 아동기 알레르기 질환(천식, 알레르기 비염, 아토피 피부염, 음식 알레르기)의 발생에 미치는 영향을 고찰하였다. 임신기 간접흡연 노출은 태아 폐 성장 지연, 기도 상피 손상, Th2형 면역반응 촉진 등의 기전으로 알레르기 질환 위험을 높일 수 있으며, 출생 후 초기 노출도 알레르기 감작과 발병 위험을 증가시키는 것으로 보고되었다. 다수의 관찰연구에서 간접흡연 노출 아동은 비노출 아동 대비 천식, 알레르기 비염 및 아토피 피부염 위험이 증가하였으나, 연구 간 이질성이 존재하였다(Yang, 2016).

이에 앞서 2015년 Silvestri 등은 모체 흡연 노출과 소아 천명을 및 천식 발생 간의 연관성을 체계적으로 고찰하고 메타분석하였다. 43편의 출생 코호트 연구가 포함되었으며, 임신 중 흡연 노출은 6세 미만 소아의 천명을 위험을 1.36배(95% CI 1.19-1.55), 6세 이상 소아의 천명을 또는 천식 위험을 1.22배(95% CI 1.03-1.44) 높였다(Silvestri et al., 2015).

마지막으로, 2020년 He 등은 간접흡연과 소아 천식의 연관성을 평가한 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 수행하였다. 93편의 연구(코호트 연구 41편, 단면연구 42편, 환자-대조군 연구 10편)를 분석한 결과, 간접흡연 노출 아동은 의사진단 천식(OR=1.24, 95% CI 1.20-1.28), 천명(OR=1.27, 95% CI 1.23-1.32), 천식 유사 증후군(OR=1.34, 95% CI 1.34-1.64) 위험이 유의하게 증가하였다. 영유아에서는 천식 발생 위험 증가가, 청소년에서는 천명 위험 증가가 두드러졌다(He et al., 2020).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2020년 Lee 등은 제15차(2019년) 청소년건강행태조사 자료를 이용하여 청소년의 가정, 학교, 공공장소 간접흡연 노출과 알레르기 다중 이환(천식, 알레르기 비염, 아토피 피부염)의 관련성을 분석하였다. 공공장소를 포함한 모든 장소에서 간접흡연 노출 시 아토피 피부염 위험이 증가하였으며, 세 장소 모두에서 노출된 경우 단일 알레르기 질환(OR=1.37, 95% CI 1.26-1.49)과 다중 이환(OR=1.96, 95% CI 1.65-2.31)의 위험이 가장 높았다(Lee et al., 2020).

2022년 Choi 등은 소아·청소년에서 흡연 노출과 알레르기 비염에 대한 종설을 발표했다. 알레르기 비염 발생의 가장 큰 위험인자는 알레르기항원 특이 면역글로불린 E(immunoglobulin E, IgE)의 존재인데, 여러 연구에서 영유아기 간접흡연 노출에 의해 알레르기 항원 감작이 증가됨이 확인되었다. 소아와 청소년을 대상으로 한 연구에서 간접흡연과 알레르기 비염이 관련성을 보이는 경우가 많고, 노출 기간이 길수록 발생 위험이 증가하였다. 특히 어린 나이에 노출된 경우 강한 연관성을 보이기도 하나 성인에서는 다양한 결과를 보여주기에 기전이나 인과관계 분석을 위한 추가적인 연구가 필요하다고 보고했다(Choi et al., 2022).

라. 종합

다수의 체계적 문헌고찰 연구에서 간접흡연과 아토피 피부염 및 천식 간의 유의한 연관성에 대해 일관된 결과를 보고했으나, 각 연구들에서 간접흡연 노출 환경의 일관성이 부족하고, 노출 환경별 결과 또한 상이하여 제한적 범위에서의 결과 해석만 가능했다. 따라서 근거 수준은 연관성을 강하게 시사하는 정도로 판단한다. 한국인 대상 단면연구와 종설도 확인되었으나 향후 전향적 연구 또는 체계적 문헌고찰 등을 통한 보완이 필요하다.

4 전반적 건강위해

가. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출의 전반적 건강위해에 대한 체계적 문헌고찰 연구는 총 9편 확인되었으며, 그중 삼차흡연에 관한 연구도 1편 포함되었다.

2015년 Cao 등은 관찰 역학연구를 대상으로 한 16편의 메타분석을 종합하여 간접흡연의 건강영향을 평가하였다. 분석 결과, 간접흡연은 25개 질환 중 11개에서 유의하게 위험을 증가시키는 것으로 나타났으며, 대표적으로 소아 침습성 수막구균 감염(OR=2.18, 95% CI 1.63–2.92), 자궁경부암(OR=1.73, 95% CI 1.35–2.21), 수막염균 보균(OR=1.68, 95% CI 1.19–2.36), 유아 하기도 감염(OR=1.42, 95% CI 1.33–1.51), 식품 알레르기(OR=1.43, 95% CI 1.12–1.83) 등이 포함되었다(Cao et al., 2015).

2017년 Tsai 등은 아시아 출생 코호트 컨소시엄(Birth Cohort Consortium of Asia, BiCCA)의 데이터를 이용하여 환경적 위험과 아동 건강결과의 연관성을 평가하였다. 총 8개국 8개 출생 코호트, 60,769쌍의 모자가 분석에 포함되었고, 임신 중 간접흡연은 저체중아 출산 위험, 신경발달 및 알레르기 질환의 위험과 연관이 있다고 보고하였다(Tsai et al., 2017).

2017년 Owili 등은 서남아프리카의 가정 내 담배연기 노출과 5세 미만 사망 위험 사이의 연관성에 대한 메타분석 연구를 발표했다. 분석 결과 가정 내 담배연기 노출은 5세 미만 사망 위험 증가와 관련이 있었다(HR=1.09, 95% CI 1.06–1.13)(Owili et al., 2017).

2019년 Carreras 등은 간접흡연에 의한 질병 부담에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표했다. 총 72편의 연구가 분석에 사용되었다. 분석 결과 간접흡연은 성인에게 허혈성 심장 질환, 뇌졸중, 폐암, 만성폐쇄성폐질환(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) 등 심각한 질병의 원인이 되고, 어린이에게는 급성 하기도 감염, 천식, 중이염, 영아 돌연사 증후군(Sudden Infant Death Syndrome, SIDS)과 같은 질환을 유발했다. 또한 임신부의 간접흡연 노출은 저체중아 출생, 조산, 유아 사망과 관련이 있으며, 간접흡연은 여전히 상당한 질병 부담을 초래하고 있으며, 특히 저소득 및 중간 소득 국가에서 여성과 어린이에게 불균형적으로 영향을 미친다고 보고하였다(Carreras et al., 2019).

2019년 Kristina and Permitasari는 8편의 연구를 종합하여 간접흡연이 질병 유무와 관계없이 남녀 성인 및 소아 모두에서 건강 관련 삶의 질(Health Related Quality of Life, HRQoL)을 저하시킨다고 보고하였다. 심혈관질환, 호흡기질환, 암 환자뿐 아니라 건강인에서도 동일한 경향이 확인되었으며, 공공장소 및 가정 내 금연정책 강화의 필요성을 강조하였다(Kristina & Permitasari, 2019).

2021년 Rojas-Rueda 등은 환경적 건강위해 요인에 관한 103편의 메타분석을 종합한 우산 문헌고찰 연구를 수행하였다. 간접흡연은 심혈관질환, 폐암, 호흡기질환을 포함한 질병 및 사망 원인과 유의하게 연관되었으며, 대기오염 다음으로 많은 질병 부담 근거가 보고된 환경 위해 요인으로 제시되었다(Rojas-Rueda et al., 2021).

2024년 Kaur 등은 어린이와 청소년에게 간접흡연이 미치는 건강상의 영향을 분석한 체계적 문헌고찰 연구를 발표하였다. 연구 결과, 간접흡연은 생후 4개월에서 18세 사이의 어린이와 청소년에게 천식, 호흡기 감염과 같은 호흡기 문제와 관련이 있는 것으로 나타났다. 간접흡연의 지표인 코티닌 수치와 천식의 심각도 사이에 유의미한 상관관계가 발견되었으며 대사 문제, 심혈관계 영향, 안과적 변화, 신경인지 기능 변화도 주목되었다(Kaur et al., 2024).

2024년 López-Medina 등은 성인에서 간접흡연에 기인한 사망을 추정하는 53편의 연구를 종합하였다. 사망 원인으로는 폐암(46편)과 허혈성 심질환(22편) 등이 확인되었고, 연구별 추정 인구집단, 연령, 흡연 상태 정의가 상이하였다. 이는 간접흡연 노출이 사망에 미치는 영향이 어떻게 변화했는지 또는 국가 간의 차이를 명확하게 평가하는 것을 어렵게 만들기 때문에 이 문제를 해결하고 전 세계적으로 간접흡연 노출의 부담을 명확히 파악하기 위해서는 계산 절차에 필요한 적절한 입력값을 결정하여 서로 다른 국가 간의 추정치를 비교 가능하게 만들 필요가 있다고 제안하였다(López-Medina et al., 2024).

2018년 Díez-Izquierdo 등은 삼차흡연에 대한 문헌을 포괄적으로 고찰하여 발표하였다. 총 68편의 논문이 포함되었고, 이 중 28편은 삼차흡연의 구성 성분으로서 니코틴 농도를 분석하였으며 21편은 삼차흡연 노출과 건강영향을 평가하였다. 16편은 삼차흡연과 관련된 인식, 행동 및 정책을 조사하였고, 3편은 전자담배나 물담배에서의 삼차흡연 등 기타 측면을 평가하였다. 삼차흡연은 니코틴(30편), 니트로사민(17편), 코티닌(15편) 등의 측정을 통해 규명되었고, 대부분의 연구는 삼차흡연 노출이 세포독성, 대사 및 혈당 변화, 세포 구조 변화, 간, 폐, 및 피부 손상, 동물 행동 변화 등 잠재적 건강영향을 미칠 수 있음을 시사하였다. 또한, 일반 인구에서 삼차흡연 위험성에 대한 인식 수준이 낮았다고 보고하였다(Díez-Izquierdo et al., 2018).

나. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2017년 Park은 전국 대표성을 가진 청소년 표본(남학생 25,653명, 여학생 31,187명)을 대상으로, 가정 내 간접흡연 노출 여부와 최근 1주간 노출 일수를 측정하여 가정 내 간접흡연과 건강 상태의 관련성을 분석하였다. 여자 청소년에서 노출률(30.1%)과 평균 노출 일수(3.4일)가 남자 청소년(25.9%, 3.1일)보다 높았다. 남녀 청소년 모두에서 간접흡연 노출은 천식, 지각된 스트레스, 우울, 자살 생각, 주관적 건강상태와 모두 유의하게 관련이 있었으며($OR=1.15-1.32$, $\beta=0.04-0.14$), 노출 일수가 많을수록 스트레스와 건강 상태 저하가 나타났다. 특히 여성 청소년에서는 노출 일수 증가가 천식, 우울, 자살 생각 위험 증가와도 관련이 있었다($OR=1.03-1.12$). 연구진은 가정 내 흡연 중단을 위한 적극적인 개입 필요성을 강조하였다(Park, 2017).

2017년 Lee 등은 마코프 모델을 이용해 가정 내 간접흡연 노출이 한국 성인 여성의 평생 의료비용과 건강결과에 미치는 영향을 추정하였다. 간접흡연 노출군은 비노출군 대비 기대수명이 3.41년, 건강생명유지연한(Quality-Adjusted Life Year, QALY)이 3.48 감소했으며, 의료비용은 증가했다. 이는 조기 개입을 통한 흡연행태 개선이 비용 절감과 삶의 질 향상에 기여할 수 있음을 시사한다(Lee et al., 2017).

5 그 밖의 건강영향

가. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출과 생식 건강 간의 연관성에 대한 연구가 총 3편 확인되었는데, 2015년 Verze 등은 흡연과 발기부전 간의 연관성에 대한 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 총 13편의 연구가 포함되었으며, 장기간의 간접흡연 노출은 발기부전에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 제안하였다(Verze et al., 2015).

이어서 2023년 Czarnywojtek 등은 내분비계 장애물질(Endocrine-Disrupting Chemicals, EDCs)과 생식 건강에 대한 종설을 발표하였다. 이 논문에서는 비스페놀A, 프탈레이트, 니코틴, 알코올, 대마초 등 다양한 자극 물질이 시상하부-뇌하수체-성선 축에 미치는 영향을 기술하였다. 특히 흡연 및 간접흡연이 남녀 모두에서 생식선 기능 저하를 유발하며, 가임기 동안 이러한 노출은 불임 위험을 높인다고 보고하였다(Czarnywojtek et al., 2023).

같은 해 2023년 Siegel 등은 액상형 및 궤련형 전자담배 포함 담배제품과 생식 건강의 연관성에 대한 종합적 문헌고찰을 수행하였다. 일부 연구에서 간접흡연이 여성의 난소 예비력(항뮐러관호르몬, anti-Müllerian hormone [AMH]) 수치 저하와 조기 폐경 위험 증가에 연관되며, 남성에서는 정자 수와 운동성 저하와 관련됨을 보고하였다. 특히, 가정 및 직장에서의 장기 간접흡연 노출이 가임력 저하와 관련된다는 근거를 제시하였다(Siegel et al., 2023).

간접흡연 노출과 비알코올성 지방간(Non-Alcoholic Fatty Liver Disease, NAFLD)의 위험 증가에 대한 연구도 총 3편이 확인되었다. 2018년 Akhavan Rezayat 등은 흡연과 비알코올성 지방간의 연관성에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구를 발표했다. 총 20편의 연구를 분석하였고, 흡연이 비알코올성 지방간의 위험을 약 1.1배(95% CI 1.03-1.20) 증가시키며, 2편의 연구에서 간접흡연 또한 비알코올성 지방간의 위험을 약 1.4배(OR=1.38, 95% CI 1.20-1.60, $I^2=59.41$, $p=0.117$) 증가시키는 것으로 보고하였다(Akhavan Rezayat et al., 2018).

2025년 He 등은 대기오염 물질 노출과 비알코올성 지방간과 이로 인한 간경변 유병률의 상관관계를 알아보기 위한 체계적 문헌고찰 및 14편의 연구에 대한 메타분석의 결과를 발표하였다. 미세먼지, 질소산화물 등과 함께 총 3편의 연구를 메타분석한 결과 간접흡연 역시 비알코올성 지방간의 위험을 유의하게 증가시키는 것으로 보고하였다(OR=1.53, 95% CI 1.12-2.09)(He et al., 2025).

2025년에 발표된 Valencia 등의 체계적 문헌고찰 연구에서는 인구 기반 코호트 연구를 중심으로 총 30편의 논문을 분석하였으며, 간접흡연을 포함한 다양한 생활 양식 요인이 비알코올성 지방간 질환의 발생과 유의하게 연관되어 있음을 보고하였다. 특히 좌식 행동, 수면 질 저하, 탄산음료 섭취 등과 함께 간접흡연도 비알코올성 지방간과 관련이 있었으며, 이와 함께 비만, 체중 변화, 건선, 다낭성 난소 증후군, 당뇨, 갑상선 질환, 혈청 요산 수치 상승 등의 임상적 요인도 위험인자로 확인되었다. 본 연구는 비알코올성 지방간 예방을 위한 다각적 전략의 필요성을 강조하였다(Valencia et al., 2025).

간접흡연으로 인한 염증성 장질환(Inflammatory Bowel Disease, IBD)의 위험 증가에 대한 연구도 2편이 확인되었는데, 2021년 Agrawal 등은 생후 5세 이전 조기 환경 노출과 염증성 장질환 발병 위험의 연관성을 분석하였다. 메타분석에서 임신기 모성 흡연 노출은 자녀의 염증성 장질환 발생 위험을 증가시켰다(OR=1.49, 95% CI 1.17-1.90). 질환 아형 분석에서는 크론병 및 궤양성 대장염 모두에서 유의한 경향을 보였으나, 이질성이 높았다(Agrawal et al., 2021).

2024년 Thacker 등은 소아 염증성 장질환(Pediatric Inflammatory Bowel Disease, PIBD) 위험요인에 대한 체계적 문헌고찰 및 메타분석에서 간접흡연을 포함한 환경요인을 분석하였다. 총 36편 연구 중 간접흡연 노출은 소아 염증성 장질환 위험을 유의하게 증가시켰으며, 특히 크론병 소아에서 모성 흡연 및 간접흡연 노출 시 발생 위험이 높았다(Thacker et al., 2024).

2017년 Chiswell and Akram은 아동 수술 및 마취 과정에서의 간접흡연 영향에 대한 체계적 문헌고찰과 메타분석을 수행하였다. 28편 연구 중 마취 관련 결과(15편) 및 수술 결과(12편)를 분석한 결과, 간접흡연 노출은 수술 전후 호흡기 부작용 위험을 유의하게 증가시켰다(RR=2.52, 95% CI 1.68-3.77). 또한 일부 연구에서는 이관·부비동 수술 후 결과가 더 나쁜 것으로 나타났다(Chiswell & Akram, 2017).

2020년 Nadhiroh 등은 8세까지 아동의 간접흡연 노출과 성장 결과 간의 관련성을 체계적으로 검토하였다. 총 17편 연구에서 임신기 및 출생 후 간접흡연 노출은 체중 및 신장 발달 저하(저체중, 발육부진, 저신장)와 관련이 있었으며, 일부 연구에서는 체질량지수(Body Mass Index, BMI) 증가와도 연관이 있었다(Nadhiroh et al., 2020).

나. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

2020년 Kim 등은 2011-2016년 강북삼성코호트 자료에서 여성 비흡연자에서만 간접흡연이 대사증후군 위험을 높이는 것으로 나타났다(OR=1.17, 95% CI 1.06-1.29). 특히 1시간/일 이상, 주 3회 이상 노출 시 위험이 증가했다(Kim et al., 2020).

2023년 Lee 등은 제7기(2016-2018년) 국민건강영양조사 자료를 활용하여 비흡연 성인 9,273명의 소변 코티닌 농도와 혈압 간의 관련성을 분석하였다. 여성에서 교정된 소변 코티닌 농도는 수축기 혈압($p<0.001$)과 이완기 혈압($p=0.040$) 모두와 양의 상관관계를 보였으며, 코티닌 농도 10배 증가 시 수축기 혈압이 2.085mmHg, 이완기 혈압이 0.575mmHg 증가하였다. 남성에서는 유의한 관련성이 관찰되지 않았다(Lee et al., 2023).

2018년 Kang 등은 2014-2015년 제6기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 요중 코티닌으로 검증한 흡연 상태와 갑상선 기능 간의 연관성을 평가하였다. 간접흡연은 갑상선 자극 호르몬(Thyroid Stimulating Hormone, TSH) 수치를 약간 낮췄으나 통계적으로 유의하지 않았고, 남성에서만 흡연량 증가에 따라 갑상선 자극 호르몬이 감소하는 용량-반응 관계가 관찰되었다. 다변량 분석에서 흡연 노출이 증가할수록 무증상 갑상선기능저하증 위험이 낮았다(Kang et al., 2018).

2016년 Kang 등은 2010-2012년 제5기 국민건강영양조사 자료를 사용해 50세 이상 성인의 흡연 형태와 무릎·고관절 골관절염 유병률의 관련성을 분석했다. 남성 간접흡연군은 비흡연군 대비 무릎·고관절 골관절염 교차비가 낮게 나타났으나(OR=0.27, 95% CI 0.09-0.83) 전체적으로 흡연·간접흡연과 골관절염 유병률 간의 뚜렷한 연관성은 없었다(Kang et al., 2016).

2018년 Moon 등은 2008-2010년 국민건강영양조사 자료를 이용해 50세 이상 남성의 간접흡연과 골밀도 관계를 평가했다. 코티닌 50ng/mL 이상인 간접흡연군은 대퇴골 및 요추의 골밀도 지표인 T-score가 유의하게 낮았고, 골감소증·골다공증 위험이 1.89배(95% CI 1.05-3.40) 높았다(Moon et al., 2018).

2019년 Jhee 등은 2001-2014년 한국인유전체역학조사 자료에서 비흡연자의 간접흡연 노출 빈도와 만성 신장질환 발생 위험을 평가했다. 주 3일 이상 노출군의 만성 신장질환 발생 위험은 1.66배(95% CI 1.03-2.67) 높았다(Jhee et al., 2019).

2016년 Kim 등은 2006-2011년 한국인유전체역학조사 농촌 코호트 자료를 활용하여 성인의 직접흡연과 간접흡연이 혈청 총 빌리루빈 농도에 미치는 영향을 분석하였다. 간접흡연에 노출된 비흡연자($\beta=-0.025\text{mg/dL}$), 과거 흡연자($\beta=-0.049\text{mg/dL}$), 현재 흡연자($\beta=-0.149\text{mg/dL}$)는 간접흡연에 노출되지 않은 비흡연자보다 빌리루빈 농도가 유의하게 낮았다. 성별 분석에서 남성은 과거 및 현재 흡연군에서, 여성은 간접 및 현재 흡연군에서 낮은 빌리루빈 농도가 나타났다(Kim et al., 2016).

2022년 Kim은 2018년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 안구건조증 환자의 유병률과 관련된 요인에 대한 연구를 발표하였다. 여성에서 현재 및 과거 흡연자는 비흡연자 보다 안구 건조증의 유병률이 높았다. 간접흡연은 유의한 결과를 보이지 않았다(Kim, 2022).

2020년 Kang 등은 2014-2015년 청소년건강행태조사 자료를 이용하여 간접흡연과 조기 초경 간의 연관성에 대한 연구를 발표하였다. 간접흡연 노출이 많은 그룹에서 조기 초경의 위험도는 1.12배(95% CI 1.05-1.19) 증가하였다고 보고하였다(Kang et al., 2020).

6 잠재적 건강영향 (세포 단위 이하)

가. 개요

간접흡연은 세포 내 산화 스트레스를 유도하여 활성산소를 증가시키고, 이로 인해 DNA, 단백질, 지질 손상 및 DNA 산화(예: 8-oxo-dG) 및 DNA 부가물(adduct) 형성을 초래한다고 알려져 있다(Lodovici & Bigagli, 2009). 이 과정은 세포 내 항산화 방어기전 및 DNA 복구능 저하와 함께 염증 신호 활성화를 촉진할 수 있다(Cao et al., 2016). 또한, 급성 간접흡연 노출은 혈관 내피 기능과 내피 전구세포의 활성 및 이동성을 저해하여 혈관 손상 지속과 일산화질소 생산 억제를 유발한다고 알려져 있다(Heiss et al., 2008).

나. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

간접흡연 노출과 세포 단위 이하의 잠재적 건강 위험 간의 연관성에 대한 연구는 총 7편이 확인되었다. 2015년 Hodjat 등은 환경 독성물질이 줄기세포 노화에 미치는 영향을 다룬 체계적 문헌고찰을 발표하였다. 담배연기는 대표적인 환경 독성물질로서 산화 스트레스를 유발해 줄기세포의 분화 경로 변화를 초래하고, 자가 재생 능력을 감소시키며, 스트레스 유도 세포 노화를 촉진하는 것으로 보고되었다. 이러한 변화는 유전체, 후성 유전체, 단백질 수준의 변화를 통해 나타나며, 세포 기능 저하와 장기 재생 능력 감소로 이어질 수 있다(Hodjat et al., 2015).

2018년 Palma-Gudiel 등은 산전 유해 요인이 인간 태반 후성유전체에 미치는 영향에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표했다. 총 39편의 연구를 분석하여 임신 중 흡연 또는 환경 오염 물질 노출을 평가한 연구들에서 태반 저메틸화 경향이 뚜렷하게 나타났는데, 이는 오염물질에서 파생된 대사 물질과 후성유전학적 메커니즘 간의 상호작용을 시사한다. 특히 태아기와 영유아기와 같은 발달 민감기에 흡연 노출이 신경계 발달과 관련된 유전자 발현 조절에 영향을 줄 수 있음을 제시하였다(Palma-Gudiel et al., 2018).

2019년 Grau-Perez 등은 DNA 메틸화(DNA_m) 변화가 건강 상태 발달에 미치는 인과적 역할을 평가한 멘델 무작위화 연구를 체계적으로 고찰하여 발표하였다. 총 15편의 논문이 확인되었으며, 이 중 4편은 DNA 메틸화의 환경적 결정요인을 포함하고 있었다. 선정된 논문들은 DNA 메틸화와 일부 심혈관대사질환 지표 간의 인과적 연관성을 시사하였다. 그러나 현재의 근거는 인과성을 추론하기에 충분하지 않으며 건강 관련 후성 유전학적 변이의 결정요인으로서 환경요인의 인과적 역할을 뒷받침하기 위해서는 대규모 역학 표본을 이용한 추가 멘델 무작위화 연구가 필요하다고 보고하였다(Grau-Perez et al., 2019).

2020년 Wei 등은 태아, 영유아 및 소아를 대상으로 한 7편의 연구를 종합하여, 산전 흡연 노출이 텔로미어 길이에 미치는 영향에 대한 체계적 문헌고찰 연구를 발표하였다. 5편의 연구에서 산전 흡연 노출군이 비노출군보다 유의하게 짧은 텔로미어 길이를 보였으며, 이는 산화 스트레스와 관련된 조기 세포 노화 및 만성질환 위험 증가와 연관될 수 있다고 보고하였다. 그 외 두 편의 연구에서는 상반된 결과를 보였으며, 연구 결과의 비일관성과 단면연구의 특성을 고려하면 인과성을 증명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다(Wei et al., 2020).

2024년 Hoang 등은 흡연 노출 및 그 상호작용이 DNA 메틸화에 미치는 영향에 대한 종합적 평가를 발표하였다. 총 5편의 코호트 연구를 대상으로 메타분석을 시행하였고, 65,857개의 시토신-인산-구아닌 결합 부위(Cytosine-phosphate-Guanine sites, CpGs)가 현재 흡연과 관련하여 차등 메틸화되었다. 또한, 자궁 내 흡연 노출시 594개, 간접흡연 노출 시 6개의 CpGs의 메틸화와 연관이 있었다. 대부분의 변화는 금연 후 1년 이내에 비흡연자와 비슷한 수준으로 회복되었지만 자궁 내 흡연 노출로 인해 메틸화된 DNA는 상당수 성인기에도 잔존하였다(Hoang et al., 2024).

2024년 Falara 등은 임신기 및 출생 직후의 간접흡연 노출이 산모와 신생아의 마이크로바이옴 구성에 미치는 영향을 체계적 문헌고찰로 분석하였다. 임신 중 흡연은 자녀의 장내 미생물 변화(페미쿠테스문(*Firmicutes*))

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

비율 증가 및 아커만시아 무시니필라(*Akkermansia muciniphila*) 감소)와 관련되었으며, 신생아집중치료실에서의 삼차흡연 노출 또한 장내 미생물 다양성 변화와 연관되었다. 이러한 변화는 비만 등 장기적 건강 문제 위험을 높일 가능성이 있다(Falara et al., 2024).

2025년 Cosin-Tomás 등은 아동기 간접흡연 노출과 혈액 DNA 메틸화의 연관성에 대한 연구를 발표했다. Pregnancy And Childhood Epigenetics(PACE) 컨소시엄에 참여하는 6개 코호트(n=2,695)의 데이터를 메타분석에 포함했다. 분석 결과, 가정 내 출생 후 간접흡연 노출은 어린이의 11개 CpGs에서 DNA 메틸화 변화와 유의미하게 연관되어 있었다. 이 중 대부분은 이전에 흡연 노출과 관련된 것으로 알려진 유전자 위치로 특히, 임신 중 흡연 여부와 상관없이 비슷한 결과가 나타나 출생 후 간접흡연이 독자적인 영향을 미친다는 점이 확인되었다. 이러한 발견은 간접흡연이 혈액 DNA 메틸화에 생물학적 영향을 미친다는 것을 시사하며, 이는 간접흡연이 어린이 건강에 미치는 해로운 영향을 설명하는 후성유전학적 요인에 대한 추가 연구의 필요성을 뒷받침한다(Cosin-Tomas et al., 2025).

다. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 잠재적 건강영향에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

라. 종합

간접흡연에 포함된 유해물질은 산화 스트레스, 유전체, 후성유전학, 단백질 변화 등을 통해 줄기세포 노화와 분화 경로 변화를 유도하고, 자가재생 능력을 저하시켜 장기 재생 기능 손상을 초래할 수 있다. 또한 산전·출생 후 간접흡연 노출은 태아와 아동의 DNA 메틸화 패턴 변화를 유발하며, 이는 발달 관련 유전자 조절에 장기적인 흔적을 남겨 향후 신경계 발달 장애나 만성질환 위험을 증가시킬 수 있다. 또한 산모와 신생아의 장내 미생물 구성을 변화시켜 대사질환 등 장기적 건강 문제 발생 가능성을 높일 수 있다.

VII

전자담배 간접흡연의 건강영향

1 전자담배 간접흡연의 건강영향

가. 국외 연구 동향: 체계적 문헌고찰

전자담배 간접흡연의 노출과 건강위해에 대한 체계적 문헌고찰 연구는 총 6편이 확인되었다. 2016년 Hess 등은 전자담배 간접증기(passive exposure)의 건강위해에 대한 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 1996년부터 2015년 9월 10일까지 검색하여 총 16편을 포함하였다. 대부분의 연구에서 전자담배 증기에는 니코틴, 입자상 물질, 휘발성유기화합물, 금속 등이 포함되어 있어 비흡연자 주변인의 노출이 잠재적 건강위해를 초래할 수 있음을 보고하였다. 다만, 절대적 위해 수준은 일반담배(궐련)의 간접흡연보다 낮을 가능성이 있다고도 보고하였으나 이는 건강위해가 없다는 뜻은 아니며 더 엄격한 인체 연구가 필요하다고 제언하였다(Hess et al., 2016).

이어서 2019년 Jankowski 등은 궐련형 전자담배의 독성, 노출, 건강영향을 종합한 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 총 97편을 포함하였고, 그중 담배 산업체 지원 연구가 52%를 차지하였다. 가열담배 에어로졸의 유해화학물질 배출량은 일반담배(궐련)보다 전반적으로 낮지만, 프로필렌글리콜, 글리세롤, 아세톤 등은 더 높게 검출되기도 하며, 전혀 '무해'한 것은 아님을 확인하였다. 니코틴 전달량은 일반담배(궐련)의 약 70-80% 수준으로 보고되었다. 독립 인체 연구에서는 직접·간접 노출 모두 잠재적 건강위해가 제시되었으며, 담배 산업 후원 연구 비중이 절반 이상으로 높아 연구 결과의 편향 가능성을 명확히 경고하였다(Jankowski et al., 2019).

같은 해인 2019년 Livingston 등은 전자담배 사용과 흡연 시작, 금연, 건강위해와의 연관성을 평가한 종합적 문헌고찰 연구를 발표했다. 핵심 질문 중 세 번째 질문에서 전자담배 간접흡연의 관련 위해를 3편의 연구를 검토하여 기술하였다. 한 체계적 문헌고찰 연구에서 전자담배 에어로졸의 환경 노출은 비흡연자에게 건강위해를 줄 수 있으나 일반담배(궐련)보다 낮을 가능성이 높다고 보고했으며, 덧붙여 산업체 후원 연구와 독립연구의 결과가 상반되는 경향이 있다고 기술하였다. 또 다른 고찰에서는 전자담배 배출물에 유기 휘발성 화합물, 니코틴, 금속 등 독성 성분이 포함된다고 보고하였다. 한 무작위 대조시험에서는 전자담배 간접흡연이 흡연자의 일반담배(궐련) 흡연 욕구를 높이는 것으로 나타났다(Livingston et al., 2019).

한편, 2020년 Bozier 등은 전자담배의 최근 근거를 광범위하게 총괄한 체계적 문헌고찰에서 2017년 초부터 2019년 중반까지 발표된 인체, 동물, 세포 및 화학분석 연구 225편을 분석하였다. 주요 검토 질문은 무노출 대비 영향, 인체 직접 위해 증거, 간접노출 위험, 일반담배(궐련) 대비 위험과 이득, 취약집단(임산부, 천식, 만성폐쇄성폐질환), 향료 영향, 니코틴 영향, 라벨 표시 니코틴 농도 불일치, 배터리 폭발 위험 등이었다. 고찰 결과, 전자담배 간접흡연 노출이 천식의 진단 및 악화와 연관이 있다고 보고하였다(Bozier et al., 2020).

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

또한, 2024년 Ussher 등은 임신 기간 전자담배 사용의 건강결과를 평가한 체계적 문헌고찰 연구를 발표하였으며, 무작위시험 1편, 코호트 23편, 환자-대조군 2편 등 총 26편, 76만 5천여 명을 포함하였다. 전자담배 단독 사용군에서 비사용군에 비해 임신 및 주산기 결과의 위험도가 증가하지 않는다는 연구가 더 많았고, 전자담배 단독 사용자와 일반담배(궐련) 단독 사용자의 위험 또한 비슷하다는 연구도 더 많은 모순된 결과를 보였고 근거의 질적 수준이 낮아 메타분석을 사용할 수 없으며 결론을 내리기 힘들다고 보고하였다(Ussher et al., 2024).

마지막으로, 2025년에 발표된 Rodriguez 등의 체계적 문헌고찰 연구에서는 2010년부터 2024년까지 발표된 총 33편의 연구(아동 대상 또는 관련 동물·시험관 모델 포함)를 분석하였으며, 간접흡연의 개념을 확장하여 간접적인 전자담배 증기 노출이 아동의 호흡기, 면역, 신체 성장 및 신경발달에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 보고하였다. 공기 중 미세입자와 니코틴, 중금속 및 휘발성유기화합물 농도 상승이 관찰되었으며, 부모의 전자담배 사용이 자녀의 노출 주요 경로가 될 수 있음을 시사하였다. 다만, 포함된 연구의 70% 이상(23편)은 방법론적 한계로 인해 평가 등급이 낮았으며, 보다 엄격한 후속 연구가 필요하다고 결론지었다(Rodriguez et al., 2025).

나. 국내 연구 동향: 한국인 대상 연구사례

간접흡연 노출과 전자담배에 대한 한국인 대상 연구는 확인되지 않았다.

다. 종합

전자담배의 간접노출은 니코틴, 입자상물질, 휘발성유기화합물, 금속 등을 포함하여 비흡연자에게 잠재적 건강위해를 줄 수 있으며, 일부 물질은 일반담배(궐련)보다 더 높게 배출되기도 한다. 일반담배(궐련)보다 절대적 위해 수준이 낮을 가능성이 있으나, 무해하다고 볼 수 없으며, 호흡기질환 악화, 생체지표 증가, 흡연 욕구 자극 등 부정적 영향이 보고되었다. 임신 기간 전자담배 사용의 안전성은 근거가 부족하고 상반된 결과가 보고되어, 인체 대상의 장기적·독립적 연구가 필요하다. 한국인 대상 연구는 확인되지 않았기 때문에 활발한 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

VIII

소결

간접흡연 노출은 다양한 질환의 발생 위험 증가와 연관성이 있는 것으로 나타났다. 특히, 다수의 체계적 문헌고찰 연구를 통해 우울증, 주의력결핍과잉행동장애, 치매 및 인지장애, 수면장애 그리고 치아우식증의 발생 위험을 유의하게 증가시킨다는 점이 확인되었다. 또한, 모체의 담배 노출 시 자녀의 신경관 결손 발병 위험과 조산, 사산, 저체중아 출산 등 부정적인 주산기 결과의 위험이 유의하게 높아지는 것도 밝혀졌다.

평가 지표 및 측정 방법의 일관성 부족으로 제한적인 결과이기는 하지만, 활동성 결핵, 침습성 수막구균 감염증, 치주질환, 아토피 피부염, 천식 및 제2형 당뇨병의 발생 위험을 높일 수 있음이 강하게 시사되었다. 구순구개열과 같은 선천 기형의 발생 위험 역시 증가할 수 있다는 결과가 보고되었다. 그 밖에도 일부 연구는 다발성 경화증, 품행 장애, 자폐 스펙트럼 장애 발생 위험 및 모체 간접흡연 노출 시 자녀의 성장 발달 장애 위험을 증가시킬 수 있음을 시사했으나, 아직 근거는 충분하지 않다. 반면, 파킨슨병의 경우 간접흡연 노출 시 발병 위험이 감소할 수 있다는 연구 결과가 있었으나, 이를 뒷받침할 근거는 충분히 확립되지 않았다.

세포 및 분자 수준에서는 간접흡연이 산화 스트레스 유발, DNA, 후성유전체 및 단백질 변화, 줄기세포 노화, 미생물 군집 변화 등을 통해 장기 기능 손상 및 만성질환 위험을 높일 수 있음이 확인되었다. 이러한 모든 결과는 영유아, 어린이, 임산부 등 취약 집단이 간접흡연의 부정적인 영향에 특히 민감하다는 점을 강조한다. 액상형 및 껍련형 전자담배의 간접 노출 또한 니코틴, 미세 입자상 물질, 휘발성유기화합물 등을 포함하여 잠재적 건강위해를 초래할 수 있다. 그러나 이에 대한 인체 대상의 장기적이고 독립적인 연구가 여전히 부족하여 추가적인 근거 확보가 시급하다.

참고문헌

- Abraham, M., Alramadhan, S., Iniguez, C., Duijts, L., Jaddoe, V. W., Den Dekker, H. T., Crozier, S., Godfrey, K. M., Hindmarsh, P., Vik, T., Jacobsen, G. W., Hanke, W., Sobala, W., Devereux, G., & Turner, S. (2017). A systematic review of maternal smoking during pregnancy and fetal measurements with meta-analysis. *PloS one*, 12(2), e0170946.
- Ács, M., Cavalcante, B. G. N., Bănărescu, M., Schulze Wenning, A. S., Hegyi, P., Szabó, B., Harnos, A., Gerber, G., & Varga, G. (2024). Maternal factors increase risk of orofacial cleft: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 14, 28104.
- Agrawal, M., Sabino, J., Frias-Gomes, C., Hillenbrand, C. M., Soudant, C., Axelrad, J. E., Shah, S. C., Ribeiro-Mourão, F., Lambin, T., Peter, I., Colombel, J. F., Narula, N., & Torres, J. (2021). Early life exposures and the risk of inflammatory bowel disease: Systematic review and meta-analyses. *EClinicalMedicine*, 36, 100884.
- Akhavan Rezayat, A., Dadgar Moghadam, M., Ghasemi Nour, M., Shirazinia, M., Ghodsi, H., Rouhbakhsh Zahmatkesh, M. R., Tavakolizadeh Noghabi, M., Hoseini, B., & Akhavan Rezayat, K. (2018). Association between smoking and non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *SAGE open medicine*, 6, 2050312117745223.
- Akinkugbe, A. A., Brickhouse, T. H., Nascimento, M. M., & Slade, G. D. (2020). Prenatal smoking and the risk of early childhood caries: A prospective cohort study. *Preventive medicine reports*, 20, 101201.
- Akinkugbe, A. A., Slade, G. D., Divaris, K., & Poole, C. (2016). Systematic Review and Meta-analysis of the Association Between Exposure to Environmental Tobacco Smoke and Periodontitis Endpoints Among Nonsmokers. *Nicotine & Tobacco Research*, 18(11), 2047-2056.
- Al-Abri, K., Edge, D., & Armitage, C. J. (2023). Prevalence and correlates of perinatal depression. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, 58(11), 1581-1590.
- Alessandrini, F., Beck-Speier, I., Krappmann, D., Weichenmeier, I., Takenaka, S., Karg, E., Kloo, B., Schulz, H., Jakob, T., Mempel, M., & Behrendt, H. (2009). Role of oxidative stress in ultrafine particle-induced exacerbation of allergic lung inflammation. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 179(11), 984-991.
- Alkhateeb, A. M. (2023). Burden and risk factors of anxiety disorders among Arabic pediatric population: A systematic review. *Electronic Journal of General Medicine*, 20(2), Article em455.
- Alkoholaiwi, F. M., Almutairi, R. R., Alrajhi, D. M., Alturki, B. A., Almutairi, A. G., & Binyousef, F. H. (2022). Occupational and environmental exposures, the association with chronic sinusitis. *Saudi medical journal*, 43(2), 125-131.
- Alrashdi, M. (2024). Influences of Maternal Nutrition and Lifestyle Factors on Early Childhood Oral Health: A Systematic Review of Mechanisms and Intervention Strategies. *Children*, 11(9), 1107.

- American Academy of Periodontology-Research, Science and therapy Committee (2008). Periodontal diseases of children and adolescents. *Pediatric dentistry*, 30(7 Suppl), 240-247.
- Arabzadeh, H., Jenabi, E., & Masoumi, S. Z. (2024). Maternal factors for neural tube defects in offspring: An umbrella review. *Open medicine (Warsaw, Poland)*, 19(1), 20241061.
- Araki, S., Murata, K., Ushio, K., & Sakai, R. (1983). Dose-response relationship between tobacco consumption and melanin pigmentation in the attached gingiva. *Archives of environmental health*, 38(6), 375-378.
- Atli, M. O., Bender, R. W., Mehta, V., Bastos, M. R., Luo, W., Vezina, C. M., & Wiltbank, M. C. (2012). Patterns of gene expression in the bovine corpus luteum following repeated intrauterine infusions of low doses of prostaglandin F2alpha. *Biology of reproduction*, 86(4), 130.
- Avşar, A., Darka, O., Topaloğlu, B., & Bek, Y. (2008). Association of passive smoking with caries and related salivary biomarkers in young children. *Archives of oral biology*, 53(10), 969-974.
- Baab, D. A., & Oberg, P. A. (1987). The effect of cigarette smoking on gingival blood flow in humans. *Journal of clinical periodontology*, 14(7), 418-424.
- Badihian, N., Riahi, R., Goli, P., Badihian, S., Poursafa, P., & Kelishadi, R. (2021). Prenatal and perinatal factors associated with developing multiple sclerosis later in life: A systematic review and meta-analysis. *Autoimmunity reviews*, 20(6), 102823.
- Bak, S. J., Sa, H. J., Oh, E. J., Kweon, H. J., Kim, K. J., Shin, J., & Choi, J. K. (2021). Secondhand smoke exposure and dysglycemia. *Korean Journal of Family Practice*, 11(4), 256-262.
- Banderali, G., Martelli, A., Landi, M., Moretti, F., Betti, F., Radaelli, G., Lassandro, C., & Verduci, E. (2015). Short and long term health effects of parental tobacco smoking during pregnancy and lactation: a descriptive review. *Journal of translational medicine*, 13, 327.
- Bang, I., Jeong, Y. J., Park, Y. Y., Moon, N. Y., Lee, J., & Jeon, T. H. (2017). Secondhand Smoking Is Associated with Poor Mental Health in Korean Adolescents. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 242(4), 317-326.
- Bertrand D. (2005). The possible contribution of neuronal nicotinic acetylcholine receptors in depression. *Dialogues in clinical neuroscience*, 7(3), 207-216.
- Bindu, B., Singh, G. P., Chowdhury, T., & Schaller, B. (2017). Rhinitis and sleep disorders: The trigeminocardiac reflex link?. *Medical hypotheses*, 103, 96-99.
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of sleep research*, 25(2), 131-143.
- Bozier, J., Chivers, E. K., Chapman, D. G., Larcombe, A. N., Bastian, N. A., Masso-Silva, J. A., Byun, M. K., McDonald, C. F., Crotty Alexander, L. E., & Ween, M. P. (2020). The Evolving Landscape of e-Cigarettes: A Systematic Review of Recent Evidence. *Chest*, 157(5), 1362-1390.
- Braun, M., Klingelhöfer, D., Oremek, G. M., Quarcoo, D., & Groneberg, D. A. (2020). Influence of Second-Hand Smoke and Prenatal Tobacco Smoke Exposure on Biomarkers, Genetics and

- Physiological Processes in Children—An Overview in Research Insights of the Last Few Years. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3212.
- Buyse D. J. (2014). Sleep health: can we define it? Does it matter?. *Sleep*, 37(1), 9–17.
- Califano, J. V., & Research, Science and Therapy Committee American Academy of Periodontology (2003). Position paper: periodontal diseases of children and adolescents. *Journal of periodontology*, 74(11), 1696–1704.
- Cao, C., Lai, T., Li, M., Zhou, H., Lv, D., Deng, Z., Ying, S., Chen, Z., Li, W., & Shen, H. (2016). Smoking-promoted oxidative DNA damage response is highly correlated to lung carcinogenesis. *Oncotarget*, 7(14), 18919–18926.
- Cao, S., Yang, C., Gan, Y., & Lu, Z. (2015). The Health Effects of Passive Smoking: An Overview of Systematic Reviews Based on Observational Epidemiological Evidence. *PloS one*, 10(10), e0139907.
- Carreras, G., Lugo, A., Gallus, S., Cortini, B., Fernández, E., López, M. J., Soriano, J. B., López-Nicolás, A., Semple, S., Gorini, G., & TackSHS Project Investigators (2019). Burden of disease attributable to second-hand smoke exposure: A systematic review. *Preventive medicine*, 129, 105833.
- Castroflorio, T., Bargellini, A., Rossini, G., Cugliari, G., Rainoldi, A., & Deregibus, A. (2015). Risk factors related to sleep bruxism in children: A systematic literature review. *Archives of oral biology*, 60(11), 1618–1624.
- Cattaneo, V., Cetta, G., Rota, C., Vezzoni, F., Rota, M. T., Gallanti, A., Boratto, R., & Poggi, P. (2000). Volatile components of cigarette smoke: Effect of acrolein and acetaldehyde on human gingival fibroblasts in vitro. *Journal of Periodontology*, 71(3), 425–432.
- César-Neto, J. B., Duarte, P. M., Sallum, E. A., Barbieri, D., Moreno, H., Jr, & Nociti, F. H., Jr (2003). A comparative study on the effect of nicotine administration and cigarette smoke inhalation on bone healing around titanium implants. *Journal of periodontology*, 74(10), 1454–1459.
- Chafe, Z. A., Brauer, M., Klimont, Z., Van Dingenen, R., Mehta, S., Rao, S., Riahi, K., Dentener, F., & Smith, K. R. (2014). Household cooking with solid fuels contributes to ambient PM_{2.5} air pollution and the burden of disease. *Environmental health perspectives*, 122(12), 1314–1320.
- Chao, L., Liang, W., Zhao, X., Liang, Z., Wu, W., Song, J., & Ren, W. (2024). Maternal tobacco exposure during pregnancy and atopic dermatitis in offspring: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology : JEADV*, 38(10), 1947–1953.
- Chen, D., Niu, Q., Liu, S., Shao, W., Huang, Y., Xu, Y., Li, Y., Liu, J., Wang, X., & Yang, H. (2023). The correlation between prenatal maternal active smoking and neurodevelopmental disorders in children: a systematic review and meta-analysis. *BMC public health*, 23(1), 611.

- Chen, Y., Liu, Q., Li, W., Deng, X., Yang, B., & Huang, X. (2018). Association of prenatal and childhood environment smoking exposure with puberty timing: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health and preventive medicine*, 23(1), 33.
- Chiswell, C., & Akram, Y. (2017). Impact of environmental tobacco smoke exposure on anaesthetic and surgical outcomes in children: a systematic review and meta-analysis. *Archives of disease in childhood*, 102(2), 123-130.
- Choi, B. S., Kim, H. H., Kim, H. B., Rha, Y. H., Park, Y., Sung, M., Shin, Y. H., Yum, H. Y., Lee, K. S., Lee, Y. J., Chun, Y. H., Jee, H. M., Kim, M., Park, Y. M., Choi, S. H., & the Rhinitis Study Group in the Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Diseases. (2022). Smoking exposure and allergic rhinitis in children and adolescents. *Allergy, Asthma & Respiratory Disease*, 10(4), 189-194.
- Choi, H., & Kim, H. (2017). Analysis of the relationship between community characteristics and depression using geographically weighted regression. *Epidemiology and health*, 39, e2017025.
- Choi, M. J., Kim, S. Y., & Jang, H. Y. (2021). Effect of secondhand smoking on gingival pain and bleeding in non-smoking adolescents in South Korea. *Journal of Korean Academy of Oral Health*, 45(3), 145-150.
- Choi, M. J., Kim, S.-Y., & Choi, S.-J. (2021). The relationship between secondhand smoke exposure and mental health of adult female non-smokers in Korea: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2019. *The Korean Journal of Health Service Management*, 15(3), 105-115.
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 43(5), 487-498.
- Christian, F., & Kim, Y. (2022). Association Between Place of Secondhand Smoke Exposure and Depression Among Nonsmoking Children and Adolescents: A Systematic Review. *Asia-Pacific journal of public health*, 34(6-7), 616-626.
- Cosin-Tomas, M., Hoang, T., Qi, C., Monasso, G. S., Langdon, R., Kebede Merid, S., Calas, L., de Prado-Bert, P., Richmond, R., Jaddoe, V. V., Duijts, L., Wright, J., Annesi-Maesano, I., Grazuleviciene, R., Karachaliou, M., Koppelman, G. H., Melén, E., Gruziova, O., Vrijheid, M., Yousefi, P., ... Pregnancy And Childhood Epigenetics (PACE) Consortium (2025). Association of exposure to second-hand smoke during childhood with blood DNA methylation. *Environment international*, 195, 109204.
- Cui, H., & Mu, Z. (2023). Prenatal Maternal Risk Factors Contributing to Atopic Dermatitis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Annals of dermatology*, 35(1), 11-22.
- Cui, H., Gong, T. T., Liu, C. X., & Wu, Q. J. (2016). Associations between Passive Maternal Smoking during Pregnancy and Preterm Birth: Evidence from a Meta-Analysis of Observational Studies. *PloS one*, 11(1), e0147848.

- Czarnywojtek, A., Borowska, M., Dyrka, K., Moskal, J., Kościński, J., Krela-Kaźmierczak, I., Lewandowska, A. M., Abou Hjeily, B., Gut, P., Hoffmann, K., Van Gool, S., Sawicka-Gutaj, N., & Ruchała, M. (2023). The influence of various endocrine disruptors on the reproductive system. *Endokrynologia Polska*, 74(3), 221-233.
- Degelman, M. L., & Herman, K. M. (2017). Smoking and multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis using the Bradford Hill criteria for causation. *Multiple sclerosis and related disorders*, 17, 207-216.
- Demelash Enyew, H., Bogale, B. G., Hailu, A. B., & Mereta, S. T. (2023). Environmental exposures and adverse pregnancy outcomes in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 18(7), e0288240.
- Di Stefano, A., Vallese, D., Pitruzzella, A., Zanini, A., Spanevello, A., & Balbi, B. (2012). Airway inflammation in healthy smokers. *Monaldi Archives for Chest Disease*, 77(2), 53-56.
- Díez-Izquierdo, A., Cassanello-Peñarroya, P., Lidón-Moyano, C., Matilla-Santander, N., Balaguer, A., & Martínez-Sánchez, J. M. (2018). Update on thirdhand smoke: A comprehensive systematic review. *Environmental research*, 167, 341-371.
- Dogar, O. F., Pillai, N., Safdar, N., Shah, S. K., Zahid, R., & Siddiqi, K. (2015). Second-hand smoke and the risk of tuberculosis: a systematic review and a meta-analysis. *Epidemiology and infection*, 143(15), 3158-3172.
- Dong, T., Hu, W., Zhou, X., Lin, H., Lan, L., Hang, B., Lv, W., Geng, Q., & Xia, Y. (2018). Prenatal exposure to maternal smoking during pregnancy and attention-deficit/hyperactivity disorder in offspring: A meta-analysis. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, 76, 63-70.
- Dubey, H., Oster, P., Fazeli, M. S., Guedes, S., Serafini, P., Leung, L., & Amiche, A. (2022). Risk factors for contracting invasive meningococcal disease and related mortality: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, 119, 1-9.
- Edstorp, J., Lampousi, A. M., & Carlsson, S. (2022). Parental smoking, type 1 diabetes, and islet autoantibody positivity in the offspring: A systematic review and meta-analysis. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 39(6), e14830.
- Eke, P. I., Page, R. C., Wei, L., Thornton-Evans, G., & Genco, R. J. (2012). Update of the case definitions for population-based surveillance of periodontitis. *Journal of periodontology*, 83(12), 1449-1454.
- Eltony, S. A., & Ali, S. S. (2017). Histological study on the effect of nicotine on adult male guinea pig thin skin. *Anatomy & cell biology*, 50(3), 187-199.
- Erdemir, E. O., Sönmez, I. S., Oba, A. A., Bergstrom, J., & Caglayan, O. (2010). Periodontal health in children exposed to passive smoking. *Journal of clinical periodontology*, 37(2), 160-164.
- Falara, E., Metallinou, D., Nanou, C., Vlachou, M., & Diamanti, A. (2024). Perinatal Exposure to Tobacco Smoke and Its Association with the Maternal and Offspring Microbiome: A Systematic

- Review. Healthcare (Basel, Switzerland), 12(18), 1874.
- Fathalizadeh, A., Faramarzi, E., Sanaie, S., Mirghafourvand, M., Reyhanifard, A., Rahnemayan, S., & Mahmoodpoor, A. (2023). Does nicotine from passive smoking and foods protect against Parkinson's disease? *Current Nutrition & Food Science*, 19(1), 74-82.
- Firoozi, P., Noormohammadi, R., & Rafieyan, S. (2020). Effect of environmental tobacco smoke on oral pigmentation: A systematic review. *Journal of Oral Health and Oral Epidemiology*, 9(1), 1-6.
- Fu, T. T., Luo, H. X., Na, Z. J., Xia, C. L., & Fan, L. (2025). Association between prenatal environmental tobacco smoke exposure and preterm birth: A systematic review and meta-analysis. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, 104(7), 1244-1253.
- Fujinami, Y., Fukui, T., Nakano, K., Ara, T., Fujigaki, Y., Imamura, Y., Hattori, T., Yanagisawa, S., Kawakami, T., & Wang, P. L. (2009). The effects of cigarette exposure on rat salivary proteins and salivary glands. *Oral diseases*, 15(7), 466-471.
- Ghosh, D., Mishra, M. K., Das, S., Kaushik, D. K., & Basu, A. (2009). Tobacco carcinogen induces microglial activation and subsequent neuronal damage. *Journal of neurochemistry*, 110(3), 1070-1081.
- Gim, W., Yoo, J. H., Shin, J. Y., & Goo, A. J. (2016). Relationship between Secondhand Smoking with Depressive Symptom and Suicidal Ideation in Korean Non-Smoker Adults: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2012. *Korean journal of family medicine*, 37(2), 97-104.
- Glenn, A. L., Ragno, L. K., & Liu, J. (2023). Association between postnatal environmental tobacco smoke exposure controlling for prenatal exposure and conduct problems in children: A systematic review. *Neurotoxicology*, 97, 53-64.
- González-Valero, L., Montiel-Company, J. M., Bellot-Arcís, C., Almerich-Torres, T., Irazo-Cortés, J. E., & Almerich-Silla, J. M. (2018). Association between passive tobacco exposure and caries in children and adolescents. A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 13(8), e0202497.
- Grau-Perez, M., Agha, G., Pang, Y., Bermudez, J. D., & Tellez-Plaza, M. (2019). Mendelian Randomization and the Environmental Epigenetics of Health: a Systematic Review. *Current environmental health reports*, 6(1), 38-51.
- Guo, H., Wang, T., Niu, X., Wang, H., Yang, W., Qiu, J., & Yang, L. (2018). The risk factors related to bruxism in children: A systematic review and meta-analysis. *Archives of oral biology*, 86, 18-34.
- Hadjichristodoulou, C., Mpalaouras, G., Vasilopoulou, V., Katsioulis, A., Rachiotis, G., Theodoridou, K., Tzanakaki, G., Syriopoulou, V., & Theodoridou, M. (2016). A Case-Control Study on the Risk Factors for Meningococcal Disease among Children in Greece. *PloS one*, 11(6), e0158524.
- Hajifattahi, F., Azarshab, M., Haghgoo, R., & Lesan, S. (2010). Evaluation of the Relationship between Passive Smoking and Oral Pigmentation in Children. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 7(3), 119-123.

- Han, C., Liu, Y., Gong, X., Ye, X., & Zhou, J. (2019). Relationship Between Secondhand Smoke Exposure and Depressive Symptoms: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 16(8), 1356.
- Han, C., Lu, Y., Cheng, H., Wang, C., & Chan, P. (2020). The impact of long-term exposure to ambient air pollution and second-hand smoke on the onset of Parkinson disease: a review and meta-analysis. *Public health*, 179, 100-110.
- Han, J., Zhang, Y., Liu, Y., Liu, J., Zhang, Y., & Wang, K. (2024). Parental Smoking and the Risk of Birth Defects in Offspring in China: A Systematic Review and meta-Analysis. *Birth defects research*, 116(12), e2422.
- Hanioka, T., Nakamura, E., Ojima, M., Tanaka, K., & Aoyama, H. (2008). Dental caries in 3-year-old children and smoking status of parents. *Paediatric and perinatal epidemiology*, 22(6), 546-550.
- He, X., Zhang, S., Bai, Q., Pan, M., Jiang, Y., Liu, W., Li, W., Gong, Y., & Li, X. (2025). Air pollution exposure and prevalence of non-alcoholic fatty liver disease and related cirrhosis: A systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicology and environmental safety*, 289, 117469.
- He, Z., Wu, H., Zhang, S., Lin, Y., Li, R., Xie, L., Li, Z., Sun, W., Huang, X., Zhang, C. J. P., & Ming, W. K. (2020). The association between secondhand smoke and childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric pulmonology*, 55(10), 2518-2531.
- Heiss, C., Amabile, N., Lee, A. C., Real, W. M., Schick, S. F., Lao, D., Wong, M. L., Jahn, S., Angeli, F. S., Minasi, P., Springer, M. L., Hammond, S. K., Glantz, S. A., Grossman, W., Balmes, J. R., & Yeghiazarians, Y. (2008). Brief secondhand smoke exposure depresses endothelial progenitor cells activity and endothelial function: sustained vascular injury and blunted nitric oxide production. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(18), 1760-1771.
- Helmyati, S., Wigati, M., Hariawan, M. H., Safika, E. L., Dewi, M., Yuniar, C. T., & Mahmudiono, T. (2022). Predictors of Poor Neonatal Outcomes among Pregnant Women in Indonesia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(18), 3740.
- Heo, G., & Hwang, J. (2023). The effect of smoking behavior and secondhand smoke exposure at workplace on mental health: Focusing on the changes before and during COVID-19 pandemic. *Korean Public Health Research*, 49(4), 103-115.
- Hess, I. M., Lachiredy, K., & Capon, A. (2016). A systematic review of the health risks from passive exposure to electronic cigarette vapour. *Public health research & practice*, 26(2), 2621617.
- Heward, E., Saeed, H., Bate, S., Rajai, A., Molloy, J., Isba, R., Ashcroft, D. M., Hay, A. D., Nichani, J. R., & Bruce, I. A. (2024). Risk factors associated with the development of chronic suppurative otitis media in children: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Otolaryngology*, 49(1), 62-73.
- Hoang, T. T., Lee, Y., McCartney, D. L., Kersten, E. T. G., Page, C. M., Hulls, P. M., Lee, M., Walker, R. M., Breeze, C. E., Bennett, B. D., Burkholder, A. B., Ward, J., Brantsæter, A. L., Caspersen, I. H., Motsinger-Reif, A. A., Richards, M., White, J. D., Zhao, S., Richmond, R. C., Magnus,

- M. C., BIOS Consortium, Koppelman, G. H., Evans, K. L., Marioni, R. E., Håberg, S. E., & London, S. J. interactions on DNA methylation. *EBioMedicine*, 100, 104956.
- Hodjat, M., Rezvanfar, M. A., & Abdollahi, M. (2015). A systematic review on the role of environmental toxicants in stem cells aging. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 86, 298-308.
- Huang, A., Wu, K., Cai, Z., Lin, Y., Zhang, X., & Huang, Y. (2021). Association between postnatal second-hand smoke exposure and ADHD in children: a systematic review and meta-analysis. *Environmental science and pollution research international*, 28(2), 1370-1380.
- Huang, J., Xu, B., Guo, D., Jiang, T., Huang, W., Liu, G., & Ye, X. (2018). Dose-Response Relationships between Second-Hand Smoke Exposure and Depressive Symptoms among Adolescents in Guangzhou, China. *International journal of environmental research and public health*, 15(5), 985.
- Hujoel, P. P., Leroux, B. G., DeRouen, T. A., Powell, L. V., & Kiyak, H. A. (1997). Evaluating the validity of probing attachment loss as a surrogate for tooth mortality in a clinical trial on the elderly. *Journal of Dental Research*, 76(4), 858-866.
- Hunter, A., Murray, R., Asher, L., & Leonardi-Bee, J. (2020). The effects of tobacco smoking and prenatal tobacco smoke exposure on risk of schizophrenia: A systematic review and meta-analysis. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(1), 3-10.
- Ibironke, O., Carranza, C., Sarkar, S., Torres, M., Choi, H. T., Nwoko, J., Black, K., Quintana-Belmares, R., Osornio-Vargas, Á., Ohman-Strickland, P., & Schwander, S. (2019). Urban Air Pollution Particulates Suppress Human T-Cell Responses to Mycobacterium Tuberculosis. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4112.
- Jafri, R. Z., Ali, A., Messonnier, N. E., Tevi-Benissan, C., Durrheim, D., Eskola, J., Fermon, F., Klugman, K. P., Ramsay, M., Sow, S., Zhujun, S., Bhutta, Z. A., & Abramson, J. (2013). Global epidemiology of invasive meningococcal disease. *Population health metrics*, 11(1), 17.
- Jang, B. N., Jeong, W., Kang, S. H., & Jang, S. I. (2020). Association Between the Location of Secondhand Smoke Exposure and Depressive Symptoms among South Korean Adolescents. *International journal of environmental research and public health*, 17(14), 5116.
- Jankowski, M., Brożek, G. M., Lawson, J., Skoczyński, S., Majek, P., & Zejda, J. E. (2019). New ideas, old problems? Heated tobacco products – a systematic review. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 32(5), 595-634.
- Javed, F., Kellesarian, S. V., Abduljabbar, T., Abduljabbar, A. T., Akram, Z., Vohra, F., Rahman, I., & Romanos, G. E. (2018). Influence of involuntary cigarette smoke inhalation on osseointegration: a systematic review and meta-analysis of preclinical studies. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 47(6), 764-772.
- Jhee, J. H., Joo, Y. S., Kee, Y. K., Jung, S. Y., Park, S., Yoon, C. Y., Han, S. H., Yoo, T. H., Kang,

- S. W., & Park, J. T. (2019). Secondhand Smoke and CKD. Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN, 14(4), 515-522.
- Jones, A., Ali, M. U., Mayhew, A., Aryal, K., Correia, R. H., Dash, D., Manis, D. R., Rehman, A., O'Connell, M. E., Taler, V., Costa, A. P., Hogan, D. B., Wolfson, C., Raina, P., & Griffith, L. (2025). Environmental risk factors for all-cause dementia, Alzheimer's disease dementia, vascular dementia, and mild cognitive impairment: An umbrella review and meta-analysis. Environmental research, 270, 121007.
- Joo, H., Lim, M. H., Ha, M., Kwon, H. J., Yoo, S. J., Choi, K. H., & Paik, K. C. (2017). Secondhand Smoke Exposure and Low Blood Lead Levels in Association With Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Its Symptom Domain in Children: A Community-Based Case-Control Study. Nicotine & Tobacco Research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco, 19(1), 94-101.
- Jung, S. J., Shin, A., & Kang, D. (2015). Active smoking and exposure to secondhand smoke and their relationship to depressive symptoms in the Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES). BMC public health, 15, 1053.
- Jung, Y., Lee, A. M., McKee, S. A., & Picciotto, M. R. (2017). Maternal smoking and autism spectrum disorder: meta-analysis with population smoking metrics as moderators. Scientific reports, 7(1), 4315.
- Kalia, L. V., & Lang, A. E. (2015). Parkinson's disease. Lancet (London, England), 386(9996), 896-912.
- Kang, J., Kong, E., & Choi, J. (2018). Associations of Urinary Cotinine-Verified Active and Passive Smoking with Thyroid Function: Analysis of Population-Based Nationally Representative Data. Thyroid : official journal of the American Thyroid Association, 28(5), 583-592.
- Kang, K., Shin, J. S., Lee, J., Lee, Y. J., Kim, M. R., Park, K. B., & Ha, I. H. (2016). Association between direct and indirect smoking and osteoarthritis prevalence in Koreans: a cross-sectional study. BMJ open, 6(2), e010062.
- Kang, S. H., Joo, J. H., Jang, S. I., & Park, E. C. (2020). Association of exposure to secondhand smoke at home with early age at menarche in South Korea. Public health, 185, 144-149.
- Kantor, R., Kim, A., Thyssen, J. P., & Silverberg, J. I. (2016). Association of atopic dermatitis with smoking: A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Academy of Dermatology, 75(6), 1119-1125.e1.
- Kataria, Y., Gaewsky, L., & Ellervik, C. (2019). Prenatal smoking exposure and cardio-metabolic risk factors in adulthood: a general population study and a meta-analysis. International journal of obesity (2005), 43(4), 763-773.
- Katz, J., Caudle, R. M., Bhattacharyya, I., Stewart, C. M., & Cohen, D. M. (2005). Receptor for advanced glycation end product (RAGE) upregulation in human gingival fibroblasts incubated with nornicotine. Journal of periodontology, 76(7), 1171-1174.

- Katz, J., Yoon, T. Y., Mao, S., Lamont, R. J., & Caudle, R. M. (2007). Expression of the receptor of advanced glycation end products in the gingival tissue of smokers with generalized periodontal disease and after nornicotine induction in primary gingival epithelial cells. *Journal of periodontology*, 78(4), 736-741.
- Kaur, J., Upendra, S., & Barde, S. (2024). "Inhaling hazards, exhaling insights: a systematic review unveiling the silent health impacts of secondhand smoke pollution on children and adolescents. *International journal of environmental health research*, 34(12), 4059-4073.
- Keenan, J. R., & Veitz-Keenan, A. (2016). The impact of smoking on failure rates, postoperative infection and marginal bone loss of dental implants. *Evidence-based dentistry*, 17(1), 4-5.
- Kim, B. J., Kim, J. H., Kang, J. G., Kim, B. S., & Kang, J. H. (2021). Association between secondhand smoke exposure and diabetes mellitus in 131 724 Korean never smokers using self-reported questionnaires and cotinine levels: Gender differences. *Journal of diabetes*, 13(1), 43-53.
- Kim, B., & Kim, H. R. (2020). Associations between secondhand smoke and mental health in Korean adolescents. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 32(8), 406-413.
- Kim, H. (2022). Prevalence and associated factors of dry eye disease by sex: Focusing on smoking and mental health. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 6(10), 1893-1901.
- Kim, J. H., Chang, I. B., Kim, Y. H., Min, C. Y., Yoo, D. M., & Choi, H. G. (2022). Association Between Various Types or Statuses of Smoking and Subjective Cognitive Decline Based on a Community Health Survey of Korean Adults. *Frontiers in neurology*, 13, 810830.
- Kim, J. H., Kim, B. J., Hyun, Y. Y., & Kang, J. H. (2020). Association between Secondhand Smoke Exposure and Metabolic Syndrome in 118,609 Korean Never Smokers Verified by Self-Reported Questionnaire and Urine Cotinine. *Endocrinology and metabolism (Seoul, Korea)*, 35(4), 892-900.
- Kim, J. H., Noh, J., Choi, J. W., & Park, E. C. (2017). Association of Education and Smoking Status on Risk of Diabetes Mellitus: A Population-Based Nationwide Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 14(6), 655.
- Kim, J., & Lee, S. (2023). Factors associated with Korean adolescent's e-cigarette use by the severity level of generalized anxiety disorder (GAD-7). *Journal of affective disorders*, 340, 129-138.
- Kim, K. M., Lim, M. H., Kwon, H. J., Yoo, S. J., Kim, E. J., Kim, J. W., Ha, M., & Paik, K. C. (2018). Associations between urinary cotinine and symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *Environmental research*, 166, 481-486.
- Kim, M. H., Yoon, M. S., Lim, Y. H., Lee, S. R., Kim, S. Y., Park, S. J., & Shin, S. J. (2017). The association between types of smoking and periodontal disease according to the survey year using the fourth and fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. *Journal of Dental Hygiene Science*, 17(6), 487-494.

- Kim, N. H., Choi, H., Kim, N. R., Shim, J. S., & Kim, H. C. (2016). Secondhand smoke exposure and mental health problems in Korean adults. *Epidemiology and health*, 38, e2016009.
- Kim, N. H., Kim, H. C., Lee, J. Y., Lee, J. M., & Suh, I. (2015). Association between environmental tobacco smoke and depression among Korean women. *BMJ open*, 5(6), e007131.
- Kim, N. H., Kim, H. C., Lee, J. Y., Lee, J. M., & Suh, I. (2016). Active and Passive Smoking and Serum Total Bilirubin in a Rural Korean Population. *Nicotine & Tobacco Research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco*, 18(5), 572-579.
- Kim, N. H., Park, J. H., Choi, D. P., Lee, J. Y., & Kim, H. C. (2016). Secondhand Smoke Exposure and Depressive Symptoms among Korean Adolescents: JS High School Study. *PloS one*, 11(12), e0168754.
- Kim, S. H., Park, M., Kim, G. R., Joo, H. J., & Jang, S. I. (2022). Association of Mixed Use of Electronic and Conventional Cigarettes and Exposure to Secondhand Smoke With Prediabetes. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 107(1), e44-e56.
- Kim, S. J., Han, K. T., Lee, S. Y., Chun, S. Y., & Park, E. C. (2015). Is secondhand smoke associated with stress in smokers and non-smokers? *BMC Public Health*, 15, 1249.
- Kim, S. S. (2018). The Urine Cotinine level and Periodontal Disease among Environmental Tobacco Smoke Exposure on Convergence study. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(12), 295-299.
- Kim, S., Oh, J., Yun, B., Cho, A., Sim, J., & Yoon, J. H. (2022). Secondhand Smoke in the Workplace Is Associated With Depression in Korean Workers. *Frontiers in public health*, 10, 802083.
- Kim, W., Choi, M., Han, J., Lee, S. Y., & Ju, Y. J. (2024). The association between cognitive decline and exposure to secondhand smoke at work in economically active older adults. *Public health*, 236, 21-26.
- Kim, Y. H., Kim, B. S., Won, C. W., Kim, S., & Jang, H. J. (2019). Urine cotinine for assessing the association between secondhand smoke exposure and depression in adult non-smokers in Korea: Analysis of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2016. *Korean Journal of Health Promotion*, 19(3), 138-144.
- Kim, Y. W., Lee, C. H., Park, Y. S., Kim, Y. I., Ahn, C. M., Kim, J. O., Park, J. H., Lee, S. H., Kim, J. Y., Chun, E. M., Jung, T. H., & Yoo, K. H. (2015). Effect of exposure to second-hand smoke on the quality of life: A nationwide population-based study from South Korea. *PLOS ONE*, 10(9), e0138731.
- Kisby, G., & Raber, J. (2025). World no-tobacco: effects of second-hand smoke (SHS) and vapors on the developing and adult brain. *Frontiers in pharmacology*, 16, 1466332.
- Koch, A., Homøe, P., Pipper, C., Hjuler, T., & Melbye, M. (2011). Chronic suppurative otitis media in a birth cohort of children in Greenland: population-based study of incidence and risk factors. *The Pediatric infectious disease journal*, 30(1), 25-29.
- Koppelmaa, K., Yde Ohki, C. M., Walter, N. M., Walitza, S., & Grünblatt, E. (2024). Stress as a mediator of brain alterations in attention-deficit hyperactivity disorder: A systematic review. *Comprehensive psychiatry*, 130, 152454.

- Kristina, S. A., & Permitasari, N. P. A. L. (2019). Association of secondhand smoke (SHS) exposure with health-related quality of life (HRQOL): A systematic review. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 10(1), 61-66.
- Kruger, M. M., Martin, L. J., Maistry, S., & Heathfield, L. J. (2018). A systematic review exploring the relationship between infection and sudden unexpected death between 2000 and 2016: A forensic perspective. *Forensic science international*, 289, 108-119.
- Kwon, E. J., Lee, K. J., Cho, A., Park, S., Park, M. H., Kim, Y. J., & the Korean Preterm Collaborate Network Group. (2018). Risk factors for preterm birth in advanced maternal age. *Journal of the Korean Society of Maternal and Child Health*, 22(2), 106-111.
- Ladhani, S. N., Flood, J. S., Ramsay, M. E., Campbell, H., Gray, S. J., Kaczmarski, E. B., Mallard, R. H., Guiver, M., Newbold, L. S., & Borrow, R. (2012). Invasive meningococcal disease in England and Wales: implications for the introduction of new vaccines. *Vaccine*, 30(24), 3710-3716.
- Lam, P. P. Y., Chua, H., Ekambaram, M., Lo, E. C. M., & Yiu, C. K. Y. (2022). Risk predictors of early childhood caries increment: A systematic review and meta-analysis. *The journal of evidence-based dental practice*, 22(3), 101732.
- Lanckacker, E. A., Tournoy, K. G., Hammad, H., Holtappels, G., Lambrecht, B. N., Joos, G. F., & Maes, T. (2013). Short cigarette smoke exposure facilitates sensitisation and asthma development in mice. *The European respiratory journal*, 41(5), 1189-1199.
- Lau, H. X., Lee, J. W., Yap, Q. V., Chan, Y. H., Samuel, M., & Loo, E. X. L. (2023). Smoke exposure and childhood atopic eczema and food allergy: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric allergy and immunology : official publication of the European Society of Pediatric Allergy and Immunology*, 34(8), e14010.
- Lee, A., Lee, S. Y., & Lee, K. S. (2020). Association of secondhand smoke exposure with allergic multimorbidity in Korean adolescents. *Scientific reports*, 10(1), 16409.
- Lee, J. H., Shim, J. Y., & Lee, J. W. (2023). Association between the Urine Cotinine Level and Blood Pressure in Korean Adults with Secondhand Smoke Exposure: Korea National Health and Nutritional Examination Survey 2016-2018. *Korean journal of family medicine*, 44(4), 205-214.
- Lee, J., Han, A. R., Choi, D., Lim, K. M., & Bae, S. (2017). Modeling lifetime costs and health outcomes attributable to secondhand smoke exposure at home among Korean adult women. *BMJ open*, 7(5), e013292.
- Lee, J., Lee, D. R., Lee, D. H., Paek, Y. J., & Lee, W. C. (2015). Influence of maternal environmental tobacco smoke exposure assessed by hair nicotine levels on birth weight. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, 16(7), 3029-3034.
- Lee, K. W., Hong, K., & Oh, Y. A. (2016). Association between secondhand smoke exposure and mental health in Korean adults. *Korean Public Health Research*, 42(3), 29-38.

- Lee, M., Ha, M., Hong, Y. C., Park, H., Kim, Y., Kim, E. J., Kim, Y., & Ha, E. (2019). Exposure to prenatal secondhand smoke and early neurodevelopment: Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) study. *Environmental health : a global access science source*, 18(1), 22.
- Lee, S. W., Han, Y. J., Cho, D. H., Kwak, H. S., Ko, K., Park, M. H., & Han, J. Y. (2018). Smoking Exposure in Early Pregnancy and Adverse Pregnancy Outcomes: Usefulness of Urinary Tobacco-Specific Nitrosamine Metabolite 4-(Methylnitrosamino)-1-(3-Pyridyl)-1-Butanol Levels. *Gynecologic and obstetric investigation*, 83(4), 365-374.
- Lee, S., & Lee, W. (2023). The association between attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and smoking experience or exposure to environmental tobacco smoke among children and adolescents. *Tobacco induced diseases*, 21, 15.
- Levin, L., & Schwartz-Arad, D. (2005). The effect of cigarette smoking on dental implants and related surgery. *Implant dentistry*, 14(4), 357-361.
- Lin, J., Peng, Y., Xu, P., Zhang, T., Bai, C., Lin, D., Ou, Q., & Yao, Z. (2016). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Nasal Colonization in Chinese Children: A Prevalence Meta-Analysis and Review of Influencing Factors. *PloS one*, 11(7), e0159728.
- Ling, J., & Heffernan, T. (2016). The Cognitive Deficits Associated with Second-Hand Smoking. *Frontiers in psychiatry*, 7, 46.
- Liu, W., Wang, B., Xiao, Y., Wang, D., & Chen, W. (2021). Secondhand smoking and neurological disease: A meta-analysis of cohort studies. *Reviews on Environmental Health*, 36(2), 271-277.
- Livingston, C. J., Freeman, R. J., Costales, V. C., Westhoff, J. L., Caplan, L. S., Sherin, K. M., & Niebuhr, D. W. (2019). Electronic Nicotine Delivery Systems or E-cigarettes: American College of Preventive Medicine's Practice Statement. *American journal of preventive medicine*, 56(1), 167-178.
- Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Raphael, K. G., Wetselaar, P., Glaros, A. G., Kato, T., Santiago, V., Winocur, E., De Laat, A., De Leeuw, R., Koyano, K., Lavigne, G. J., Svensson, P., & Manfredini, D. (2018). International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *Journal of oral rehabilitation*, 45(11), 837-844.
- Lodovici, M., & Bigagli, E. (2009). Biomarkers of induced active and passive smoking damage. *International journal of environmental research and public health*, 6(3), 874-888.
- López-Medina, D. C., Candal-Pedreira, C., Rey-Brandariz, J., Guerra-Tort, C., García, G., Martín-Gisbert, L., Casal-Acción, B., Ruano-Ravina, A., Varela-Lema, L., & Pérez-Ríos, M. (2024). Evolution and characteristics of studies estimating attributable mortality to second-hand smoke: a systematic review. *European journal of public health*, 34(3), 557-565.
- Luo, B. W., Sun, I. G., Chan, S. S. C., & Chu, C. H. (2025). Secondary Smoking and Early Childhood Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International dental journal*, 75(1), 23-31.
- Luo, L., Diao, J., Li, J., Li, Y., Wang, T., Chen, L., Zhang, S., & Qin, J. (2021). Association of paternal smoking with the risk of neural tube defects in offspring: A systematic review and

- meta-analysis of observational studies. *Birth defects research*, 113(12), 883-893.
- Ma, X., Xie, Z., Zhou, Y., & Shi, H. (2024). Prevalence and risk factors of atopic dermatitis in Chinese children aged 1-7 years: a systematic review and meta analysis. *Frontiers in public health*, 12, 1404721.
- Manavi, K. R., Alston-Mills, B. P., & Thompson, M. P. (2020). History of tobacco, vitamin D and women. *International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift fur Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition*, 90(5-6), 389-394.
- Manfredini, D., Winocur, E., Guarda-Nardini, L., Paesani, D., & Lobbezoo, F. (2013). Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. *Journal of orofacial pain*, 27(2), 99-110.
- McLean, C., Jun, S., & Kozyrskyj, A. (2019). Impact of maternal smoking on the infant gut microbiota and its association with child overweight: a scoping review. *World journal of pediatrics : WJP*, 15(4), 341-349.
- McLeod, C., Adunuri, N., & Booth, R. (2019). Risk factors and mitigation of influenza among Indigenous children in Australia, Canada, United States, and New Zealand: a scoping review. *Perspectives in public health*, 139(5), 228-235.
- Melo, G., Duarte, J., Pauletto, P., Porporatti, A. L., Stuginski-Barbosa, J., Winocur, E., Flores-Mir, C., & De Luca Canto, G. (2019). Bruxism: An umbrella review of systematic reviews. *Journal of oral rehabilitation*, 46(7), 666-690.
- Meng, X., Sun, Y., Duan, W., & Jia, C. (2018). Meta-analysis of the association of maternal smoking and passive smoking during pregnancy with neural tube defects. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*, 140(1), 18-25.
- Mohammadian, M., Khachatryan, L. G., Vadiyan, F. V., Maleki, M., Fatahian, F., & Mohammadian-Hafshejani, A. (2025). The association between maternal tobacco smoking during pregnancy and the risk of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in offspring: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 20(2), e0317112.
- Moon, J. H., Kong, M. H., & Kim, H. J. (2018). Effect of Secondhand Smoking, Determined by Urinary Cotinine Level on Bone Health. *International journal of preventive medicine*, 9, 14.
- Moreno-Agostino, D., Wu, Y. T., Daskalopoulou, C., Hasan, M. T., Huisman, M., & Prina, M. (2021). Global trends in the prevalence and incidence of depression: a systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 281, 235-243.
- Moreno-Gonzalez, I., Estrada, L. D., Sanchez-Mejias, E., & Soto, C. (2013). Smoking exacerbates amyloid pathology in a mouse model of Alzheimer's disease. *Nature communications*, 4, 1495.
- Morens, D. M., Grandinetti, A., Reed, D., White, L. R., & Ross, G. W. (1995). Cigarette smoking and protection from Parkinson's disease: false association or etiologic clue?. *Neurology*, 45(6), 1041-1051.

- Murray, R. L., Britton, J., & Leonardi-Bee, J. (2012). Second hand smoke exposure and the risk of invasive meningococcal disease in children: systematic review and meta-analysis. *BMC public health*, 12, 1062.
- Nadhiroh, S. R., Djokosujono, K., & Utari, D. M. (2020). The association between secondhand smoke exposure and growth outcomes of children: A systematic literature review. *Tobacco induced diseases*, 18, 12.
- Ng, D. K., Chow, P. Y., Chan, C. H., Kwok, K. L., Cheung, J. M., & Kong, F. Y. (2006). An update on childhood snoring. *Acta Paediatrica*, 95(9), 1029-1035.
- Nishida, N., Yamamoto, Y., Tanaka, M., Kataoka, K., Kuboniwa, M., Nakayama, K., Morimoto, K., & Shizukuishi, S. (2008). Association between involuntary smoking and salivary markers related to periodontitis: a 2-year longitudinal study. *Journal of periodontology*, 79(12), 2233-2240.
- Nishida, N., Yamamoto, Y., Tanaka, M., Maeda, K., Kataoka, K., Nakayama, K., Morimoto, K., & Shizukuishi, S. (2006). Association between passive smoking and salivary markers related to periodontitis. *Journal of clinical periodontology*, 33(10), 717-723.
- Obore, N., Kawuki, J., Guan, J., Papabathini, S. S., & Wang, L. (2020). Association between indoor air pollution, tobacco smoke and tuberculosis: an updated systematic review and meta-analysis. *Public health*, 187, 24-35.
- Oh, S. S., Park, S., You, Y. A., Jee, Y., Ansari, A., Kim, S. M., Lee, G., & Kim, Y. J. (2021). Prenatal Exposure to Alcohol, Tobacco, and Coffee: Associated Congenital Complications and Adverse Birth Outcomes. *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3140.
- Oliveira, L. M., Oliveira, M. D. M., Ardenghi, T. M., & Zanatta, F. B. (2022). Is secondhand smoke exposure associated with poor periodontal status in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 23(4), 513-525.
- Ou, X. X., Wang, X., Zhan, X. L., Shen, S. L., Karatela, S., Jing, J., Cai, L., Liu, R. Q., Lin, L. Z., & Dong, G. H. (2024). The associations of secondhand smoke exposure with neurodevelopmental disorders and critical time window identification: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the total environment*, 913, 169649.
- Owili, P. O., Muga, M. A., Pan, W. C., & Kuo, H. W. (2017). Indoor secondhand tobacco smoke and risk of under-five mortality in 23 sub-Saharan Africa countries: A population based study and meta-analysis. *PloS one*, 12(5), e0177271.
- Padhani, Z. A., Salam, R. A., Rahim, K. A., Naz, S., Zulfiqar, A., Ali Memon, Z., Meherali, S., Atif, M., & Lassi, Z. S. (2024). Prevalence and risk factors of perinatal depression among mothers and fathers in Pakistan: a systematic review and meta-analysis. *Health psychology and behavioral medicine*, 12(1), 2383468.
- Page, R. C., & Eke, P. I. (2007). Case definitions for use in population-based surveillance of periodontitis. *Journal of periodontology*, 78(7 Suppl), 1387-1399.

- Palma-Gudiel, H., Cirera, F., Crispi, F., Eixarch, E., & Fañanás, L. (2018). The impact of prenatal insults on the human placental epigenome: A systematic review. *Neurotoxicology and Teratology*, 66, 80-93.
- Pan, A., Wang, Y., Talaei, M., Hu, F. B., & Wu, T. (2015). Relation of active, passive, and quitting smoking with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 3(12), 958-967.
- Parisis, D., Bernier, C., Chasset, F., & Arnaud, L. (2019). Impact of tobacco smoking upon disease risk, activity and therapeutic response in systemic lupus erythematosus: A systematic review and meta-analysis. *Autoimmunity reviews*, 18(11), 102393.
- Park S. (2017). Associations Between Household Secondhand Smoke Exposure and Health Problems Among Non-Smoking Adolescents in the Republic of Korea. *The journal of primary prevention*, 38(4), 385-402.
- Park, B., Park, B., Kim, E. J., Kim, Y. J., Lee, H., Ha, E. H., & Park, H. (2020). Longitudinal association between environmental tobacco smoke exposure and behavioral problems in children from ages 5 to 9. *The Science of the total environment*, 746, 141327.
- Park, M. B., Kwan, Y., Sim, B., & Lee, J. (2021). Association between urine cotinine and depressive symptoms in non-smokers: National representative sample in Korea. *Journal of affective disorders*, 294, 527-532.
- Park, S., & Lee, K. S. (2021). Association of heated tobacco product use and secondhand smoke exposure with suicidal ideation, suicide plans and suicide attempts among Korean adolescents: A 2019 national survey. *Tobacco induced diseases*, 19, 72.
- Patel, S., Wooles, N., & Martin, T. (2020). A systematic review of the impact of cigarettes and electronic cigarettes in otology. *The Journal of laryngology and otology*, 1-6. Advance online publication.
- Patra, J., Bhatia, M., Suraweera, W., Morris, S. K., Patra, C., Gupta, P. C., & Jha, P. (2015). Exposure to second-hand smoke and the risk of tuberculosis in children and adults: a systematic review and meta-analysis of 18 observational studies. *PLoS medicine*, 12(6), e1001835.
- Petersen, P. E., & Ogawa, H. (2012). The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontology 2000*, 60(1), 15-39.
- Pilat, E. K., Stuart, J. M., & French, C. E. (2021). Tobacco smoking and meningococcal disease in adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of infection*, 82(5), 135-144.
- Pineles, B. L., Hsu, S., Park, E., & Samet, J. M. (2016). Systematic Review and Meta-Analyses of Perinatal Death and Maternal Exposure to Tobacco Smoke During Pregnancy. *American journal of epidemiology*, 184(2), 87-97.

- Poorolajal, J., Bahrami, M., Karami, M., & Hooshmand, E. (2017). Effect of smoking on multiple sclerosis: a meta-analysis. *Journal of public health (Oxford, England)*, 39(2), 312-320.
- Popham, K., & Kandasamy, Y. (2023). The impact of smoking and nicotine exposure during pregnancy on fetal nephrogenesis: a systematic review. *Journal of developmental origins of health and disease*, 14(5), 559-569.
- Prince, M., Ali, G. C., Guerchet, M., Prina, A. M., Albanese, E., & Wu, Y. T. (2016). Recent global trends in the prevalence and incidence of dementia, and survival with dementia. *Alzheimer's research & therapy*, 8(1), 23.
- Qin, G. Q., Chen, L., Zheng, J., Wu, X. M., Li, Y., Yang, K., Liu, T. F., Fang, Z. Z., & Zhang, Q. (2023). Effect of passive smoking exposure on risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in endocrinology*, 14, 1195354.
- Qureshi, R., Jadotte, Y., Zha, P., Porter, S. A., Holly, C., Salmond, S., & Watkins, E. A. (2018). The association between prenatal exposure to environmental tobacco smoke and childhood obesity: a systematic review. *JB I database of systematic reviews and implementation reports*, 16(8), 1643-1662.
- Robays, L. J., Maes, T., Joos, G. F., & Vermaelen, K. Y. (2009). Between a cough and a wheeze: dendritic cells at the nexus of tobacco smoke-induced allergic airway sensitization. *Mucosal immunology*, 2(3), 206-219.
- Rodriguez, J., Silverstein, D., Mutic, A., Liang, D., Peterson, S., & Yang, I. (2025). Passive electronic cigarette vapor exposure in children: A systematic review. *Biological Research for Nursing*. Advance online publication.
- Rojas-Rueda, D., Morales-Zamora, E., Alsufyani, W. A., Herbst, C. H., AlBalawi, S. M., Alsukait, R., & Alomran, M. (2021). Environmental Risk Factors and Health: An Umbrella Review of Meta-Analyses. *International journal of environmental research and public health*, 18(2), 704.
- Römer, P., Mathes, B., Reinelt, T., Stoyanova, P., Petermann, F., & Zierul, C. (2020). Systematic review showed that low and moderate prenatal alcohol and nicotine exposure affected early child development. *Acta Paediatrica*, 109(12), 2491-2501.
- Rotbeh, A., Kazeminia, M., Kalantari, M., & Rajati, F. (2022). Global prevalence of oral pigmentation and its related factors: a systematic review and meta-analysis. *Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery*, 123(5), e411-e424.
- Sabbagh, H. J., Baghlaf, K. K., Jamalellail, H. M. H., Bakhuraybah, A. S., AlGhamdi, S. M., Alharbi, O. A., AlHarbi, K. M., & Hassan, M. H. A. (2023). Environmental tobacco smoke exposure and non-syndromic orofacial cleft: Systematic review and meta-analysis. *Tobacco induced diseases*, 21, 76.
- Sabbagh, H. J., Hassan, M. H., Innes, N. P., Elkodary, H. M., Little, J., & Mossey, P. A. (2015). Passive smoking in the etiology of non-syndromic orofacial clefts: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 10(3), e0116963.

- Safa, F., Chaiton, M., Mahmud, I., Ahmed, S., & Chu, A. (2020). The association between exposure to second-hand smoke and sleep disturbances: A systematic review and meta-analysis. *Sleep health*, 6(5), 702-714.
- Şahin, Ş., Aktaş, B., Erkmen, B., & Duymaz, Y. K. (2023). The effects of smoking on Eustachian tube function and surgical outcomes in patients with chronic otitis media. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 31(4), 194-199.
- Scheperjans, F., Pekkonen, E., Kaakkola, S., & Auvinen, P. (2015). Linking Smoking, Coffee, Urate, and Parkinson's Disease – A Role for Gut Microbiota?. *Journal of Parkinson's disease*, 5(2), 255-262.
- Schlundwein, M. A. M., de Moura Campos, M. H., Breis, L. C., Chara, B. S., Scherer, C. S., Caminski, V. A. P., Matta, A., & Gonçalves, M. V. M. (2024). Impacts of environmental tobacco smoke on the onset and progression of multiple sclerosis: a systematic review. *Impactos do fumo passivo no surgimento e na progressão da esclerose múltipla: uma revisão sistemática*. *Arquivos de neuro-psiQUIATRIA*, 82(3), 1-10.
- Schuetze, P., & Eiden, R. D. (2006). The association between maternal smoking and secondhand exposure and autonomic functioning at 2-4 weeks of age. *Infant Behavior & Development*, 29(1), 32-43.
- Shang, S., Ordway, D., Henao-Tamayo, M., Bai, X., Oberley-Deegan, R., Shanley, C., Orme, I. M., Case, S., Minor, M., Ackart, D., Hascall-Dove, L., Ovrutsky, A. R., Kandasamy, P., Voelker, D. R., Lambert, C., Freed, B. M., Iseman, M. D., Basaraba, R. J., & Chan, E. D. (2011). Cigarette smoke increases susceptibility to tuberculosis-evidence from in vivo and in vitro models. *The Journal of infectious diseases*, 203(9), 1240-1248.
- Sharifi, N., Dolatian, M., Fath Nezhad Kazemi, A., & Pakzad, R. (2018). The relationship between the social determinants of health and preterm birth in Iran based on the WHO model: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences*, 6(2), 113-122.
- Shin, H. M., Lee, S. J., Ko, W. R., Jeong, J. Y., Koh, S. B., & Do, K. Y. (2022). Association between second-hand smoke and generalized anxiety disorder in Korean adolescents: Based on the 17th Korea Youth Risk Behavior Survey. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 47(3), 222-231.
- Siegel, E. L., Ghassabian, A., Hipwell, A. E., Factor-Litvak, P., Zhu, Y., Steinthal, H. G., Focella, C., Battaglia, L., Porucznik, C. A., Collingwood, S. C., Klein-Fedyshin, M., & Kahn, L. G. (2023). Indoor and outdoor air pollution and couple fecundability: a systematic review. *Human reproduction update*, 29(1), 45-70.
- Silvestri, M., Franchi, S., Pistorio, A., Petecchia, L., & Rusconi, F. (2015). Smoke exposure, wheezing, and asthma development: a systematic review and meta-analysis in unselected birth cohorts. *Pediatric pulmonology*, 50(4), 353-362.
- Spyromitrou-Xioufi, P., Tsirigotaki, M., & Ladomenou, F. (2020). Risk factors for meningococcal

- disease in children and adolescents: a systematic review and META-analysis. *European journal of pediatrics*, 179(7), 1017-1027.
- Starling, A. P., & Hoppin, J. A. (2015). Environmental chemical risk factors for type 2 diabetes: An update. *Diabetes Management*, 5(4), 285.
- Stirland, L. E., O'Shea, C. I., & Russ, T. C. (2018). Passive smoking as a risk factor for dementia and cognitive impairment: systematic review of observational studies. *International psychogeriatrics*, 30(8), 1177-1187.
- Strzelak, A., Ratajczak, A., Adamiec, A., & Feleszko, W. (2018). Tobacco Smoke Induces and Alters Immune Responses in the Lung Triggering Inflammation, Allergy, Asthma and Other Lung Diseases: A Mechanistic Review. *International journal of environmental research and public health*, 15(5), 1033.
- Sujana, S. P., Hamda, F. H., Siddiq, M. A., Latif, Y. I., & Asyary, A. (2025). The association between secondhand smoke exposure and risk of developing active tuberculosis in individuals with latent tuberculosis infection: a systematic literature review. *Annali di Igiene: Medicina Preventiva e di Comunità*, 37(5), 633-645.
- Sun, K., Zhang, Y., Tian, Y., & Jiang, X. (2018). Environmental tobacco smoke exposure and risk of habitual snoring in children: a meta-analysis. *Journal of epidemiology and community health*, 72(11), 1064-1070.
- Suzuki, D., Wariki, W. M. V., Suto, M., Yamaji, N., Takemoto, Y., Rahman, M. M., & Ota, E. (2019a). Association of secondhand smoke and depressive symptoms in nonsmoking pregnant Women: A systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, 245, 918-927.
- Suzuki, D., Wariki, W. M. V., Suto, M., Yamaji, N., Takemoto, Y., Rahman, M., & Ota, E. (2019b). Secondhand Smoke Exposure During Pregnancy and Mothers' Subsequent Breastfeeding Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific reports*, 9(1), 8535.
- Tadakamadla, S. K., Tadakamadla, J., Kroon, J., Lalloo, R., & Johnson, N. W. (2020). Effect of family characteristics on periodontal diseases in children and adolescents-A systematic review. *International journal of dental hygiene*, 18(1), 3-16.
- Tapalaga, G., Bumbu, B. A., Reddy, S. R., Vutukuru, S. D., Nalla, A., Bratosin, F., Fericean, R. M., Dumitru, C., Crisan, D. C., Nicolae, N., & Luca, M. M. (2023). The Impact of Prenatal Vitamin D on Enamel Defects and Tooth Erosion: A Systematic Review. *Nutrients*, 15(18), 3863.
- Thacker, N., Duncanson, K., Eslick, G. D., Dutt, S., O'Loughlin, E. V., Hoedt, E. C., & Collins, C. E. (2024). Antibiotics, passive smoking, high socioeconomic status and sweetened foods contribute to the risk of paediatric inflammatory bowel disease: A systematic review with meta-analysis. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 79(3), 610-621.
- Thapar, A., Cooper, M., & Rutter, M. (2017). Neurodevelopmental disorders. *The lancet. Psychiatry*, 4(4), 339-346.

- Thapar, A., Cooper, M., Jefferies, R., & Stergiakouli, E. (2012). What causes attention deficit hyperactivity disorder?. *Archives of disease in childhood*, 97(3), 260-265.
- Thompson, R. A., Thompson, J. M. D., Wilson, J., Cronin, R. S., Mitchell, E. A., Raynes-Greenow, C. H., Li, M., Stacey, T., Heazell, A. E. P., O'Brien, L. M., McCowan, L. M. E., & Anderson, N. H. (2023). Risk factors for late preterm and term stillbirth: A secondary analysis of an individual participant data meta-analysis. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*, 130(9), 1060-1070.
- Tsai, M. S., Chen, M. H., Lin, C. C., Ng, S., Hsieh, C. J., Liu, C. Y., Hsieh, W. S., & Chen, P. C. (2017). Children's environmental health based on birth cohort studies of Asia. *The Science of the total environment*, 609, 396-409.
- Tuenter, A., Bautista Nino, P. K., Vitezova, A., Pantavos, A., Bramer, W. M., Franco, O. H., & Felix, J. F. (2019). Folate, vitamin B12, and homocysteine in smoking-exposed pregnant women: A systematic review. *Maternal & child nutrition*, 15(1), e12675.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2006). *The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2014). *The health consequences of smoking—50 years of progress: A report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- Ussher, M., Fleming, J., & Brose, L. (2024). Vaping during pregnancy: a systematic review of health outcomes. *BMC pregnancy and childbirth*, 24(1), 435.
- Uthayakumar, T., Bennett, J. X., Cartas, H. L., Brunet, M., Vo, K. L., & Kroon, J. (2023). Passive Smoking and Oral Health of Infants, Preschoolers, and Children: A Systematic Review. *Nicotine & Tobacco Research*, 25(10), 1625-1632.
- Valencia, O., López, C., Vanegas-Duarte, E., Fillizola, C., Bejarano Ramírez, D. F., Cortés Mejía, N. A., & Vera Torres, A. (2025). Risk Factors Related to the Development of Nonalcoholic Fatty Liver: A Systematic Review. *Canadian journal of gastroenterology & hepatology*, 2025, 9964486.
- van Zyl Smit, R. N., Pai, M., Yew, W. W., Leung, C. C., Zumla, A., Bateman, E. D., & Dheda, K. (2010). Global lung health: the colliding epidemics of tuberculosis, tobacco smoking, HIV and COPD. *The European respiratory journal*, 35(1), 27-33.
- Vathulya, M., Singh, N., Naithani, M., & Kessler, P. (2024). An intercontinental comparison of the influence of smoking on the occurrence of nonsyndromic cleft lip and palate: a meta-analysis and systematic review. *Archives of craniofacial surgery*, 25(2), 51-61.

- Verze, P., Margreiter, M., Esposito, K., Montorsi, P., & Mulhall, J. (2015). The Link Between Cigarette Smoking and Erectile Dysfunction: A Systematic Review. *European urology focus*, 1(1), 39-46.
- Villafane, G., Thiriez, C., Audureau, E., Straczek, C., Kerschen, P., Cormier-Dequaire, F., Van Der Gucht, A., Gurruchaga, J. M., Quéré-Carne, M., Evangelista, E., Paul, M., Defer, G., Damier, P., Remy, P., Itti, E., & Fénelon, G. (2018). High-dose transdermal nicotine in Parkinson's disease patients: a randomized, open-label, blinded-endpoint evaluation phase 2 study. *European journal of neurology*, 25(1), 120-127.
- Wallace, D. A., Gallagher, J. P., Peterson, S. R., Ndiaye-Gueye, S., Fox, K., Redline, S., & Johnson, D. A. (2023). Is exposure to chemical pollutants associated with sleep outcomes? A systematic review. *Sleep medicine reviews*, 70, 101805.
- Wei, H., Zhang, C., & Silveyra, P. (2020). The Relationships Between Prenatal Smoking Exposure and Telomere Lengths in Fetuses, Infants, and Children: A Systematic Literature Review. *Journal of addictions nursing*, 31(4), 243-252.
- Wei, X., E, M., & Yu, S. (2015). A meta-analysis of passive smoking and risk of developing Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes research and clinical practice*, 107(1), 9-14.
- Wilson, K. M., Wesgate, S. C., Pier, J., Weis, E., Love, T., Evans, K., & Chhibber, A. (2012). Secondhand smoke exposure and serum cytokine levels in healthy children. *Cytokine*, 60(1), 34-37.
- Wong, I. C. K., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Cortese, S., Döpfner, M., Simonoff, E., Coghill, D., & European ADHD Guidelines Group. (2019). Emerging challenges in pharmacotherapy research on attention-deficit hyperactivity disorder-outcome measures beyond symptom control and clinical trials. *The lancet. Psychiatry*, 6(6), 528-537.
- World Health Organization. (2017). Tobacco and its environmental impact: An overview.
- Wu, J., Li, M., & Huang, R. (2019). The effect of smoking on caries-related microorganisms. *Tobacco induced diseases*, 17, 32.
- Yang H. J. (2016). Impact of perinatal environmental tobacco smoke on the development of childhood allergic diseases. *Korean journal of pediatrics*, 59(8), 319-327.
- Yang, H. S., Lim, H., Choi, J., Bae, S., Kim, Y., Kwon, H. J., & Ha, M. (2018). Environmental Tobacco Smoke Exposure at Home and Attributable Problem Behaviors in Korean Children and Adolescents for 2012-2014 in a Nationally Representative Survey. *Journal of Korean medical science*, 33(36), e229.
- Ye, H., Yang, X., & Hanna, F. (2023). The Impact of Prenatal Environmental Tobacco Smoking (ETS) and Exposure on Chinese Children: A Systematic Review. *Children (Basel, Switzerland)*, 10(8), 1354.
- Ye, Z. H., Chen, H. S., Zhang, Z. C., Wang, X., Liu, X., & Wei, G. H. (2023). Parental smoking and risk of hypospadias: An updated meta-analysis of observational studies. *Frontiers in pediatrics*, 11, 1003037.

- Yermachenko, A., & Dvornyk, V. (2015). A meta-analysis provides evidence that prenatal smoking exposure decreases age at menarche. *Reproductive toxicology* (Elmsford, N.Y.), 58, 222-228.
- Ylijoki, M. K., Ekholm, E., Ekblad, M., & Lehtonen, L. (2019). Prenatal Risk Factors for Adverse Developmental Outcome in Preterm Infants-Systematic Review. *Frontiers in psychology*, 10, 595.
- Yoon, N. Y., Yun, I., Park, Y. S., & Park, E. C. (2022). Associations between environmental tobacco smoke exposure and oral health symptoms in adolescents. *BMC Oral Health*, 22(1), 397.
- Yusuf, H. R., Rochat, R. W., Baughman, W. S., Gargiullo, P. M., Perkins, B. A., Brantley, M. D., & Stephens, D. S. (1999). Maternal cigarette smoking and invasive meningococcal disease: a cohort study among young children in metropolitan Atlanta, 1989-1996. *American journal of public health*, 89(5), 712-717.
- Zeng, Y. N., & Li, Y. M. (2016). Secondhand smoke exposure and mental health in adults: a meta-analysis of cross-sectional studies. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, 51(9), 1339-1348.
- Zhang, H., Zhou, X., Tian, L., Huang, J., E, M., & Yin, J. (2023). Passive smoking and risk of gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Tobacco induced diseases*, 21, 115.
- Zhang, P., Wang, R., Li, Z., Wang, Y., Gao, C., Lv, X., Song, Y., & Li, B. (2016). The risk of smoking on multiple sclerosis: a meta-analysis based on 20,626 cases from case-control and cohort studies. *PeerJ*, 4, e1797.
- Zhang, X., Ding, L., Yang, F., Qiao, G., Gao, X., Xiong, Z., & Zhu, X. (2024). Association between indoor air pollution and depression: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *BMJ open*, 14(5), e075105.
- Zhang, X., Zhang, X., Yang, Y., Zhi, K., Chen, Y., Zhao, J., Cui, W., Zhao, X., Zhang, Z., An, Y., & Cao, W. (2023). Association between passive smoking and the risk of rheumatoid arthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rheumatology*, 42(3), 663-672.
- Zhao, L., Chen, L., Yang, T., Wang, L., Wang, T., Zhang, S., Chen, L., Ye, Z., Zheng, Z., & Qin, J. (2020). Parental smoking and the risk of congenital heart defects in offspring: An updated meta-analysis of observational studies. *European journal of preventive cardiology*, 27(12), 1284-1293.
- Zhao, Y. L., Qu, Y., Ou, Y. N., Zhang, Y. R., Tan, L., & Yu, J. T. (2021). Environmental factors and risks of cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews*, 72, 101504.
- Zheng, Z., Xie, G., Yang, T., & Qin, J. (2019). Congenital malformations are associated with secondhand smoke among nonsmoking women: A meta-analysis. *Birth*, 46(2), 222-233.

제6장

간접흡연 노출 위해 커뮤니케이션

I. 개요

II. 간접흡연에 대한 인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 관한 연구

III. 인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 효과적인 커뮤니케이션

IV. 행동변화와 간접흡연 노출 감소를 위한 중재 효과

V. 담배 산업의 간접흡연 규제 회피 전략

VI. 소결

I**개요**

한양대학교 광고홍보학과 백혜진

간접흡연(Secondhand smoke, SHS)은 비의도적인 건강위해 요인으로, 담배 연소 과정에서 발생한 연기와 잔여 연기에 노출되는 현상을 말한다. 특히 아동, 임산부, 노인과 같은 취약계층은 간접흡연에 더욱 민감하게 노출되며, 그 결과 심혈관질환, 호흡기 질환, 소아 천식, 영아돌연사증후군 등 심각한 건강 피해를 겪을 수 있다(U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 2014). 이러한 위해성은 개인의 건강을 넘어 사회 전체의 건강 형평성과도 직결되는 중대한 공공보건 과제다.

이러한 문제의식 속에서 국제사회는 간접흡연으로부터의 보호를 국제 협약에 명시해 왔다. 세계보건기구 담배규제기본협약(Framework Convention on Tobacco Control, FCTC) 제8조는 “담배연기로부터의 보호(Protection from Exposure to Tobacco Smoke)”를 핵심 조항으로 규정하며, 협약 당사국이 공공장소, 실내 직장, 대중교통 등 모든 실내 공간에서의 흡연을 금지하도록 의무화하고 있다(World Health Organization [WHO], 2008). 이를 실현하기 위해 당사국은 입법과 정책 수립·집행뿐 아니라 모니터링, 단속, 교육, 캠페인 등을 종합적으로 추진해야 한다. 이러한 점은 간접흡연 문제 해결에 있어 법·제도적 개입과 더불어, 의사-환자 소통, 가정 내 부모-자녀 소통, 미디어 캠페인 등 다양한 커뮤니케이션 전략의 통합적 활용이 필수적임을 보여준다.

최근 흡연 행동에 대한 인구 수준의 담배 정책 효과를 분석한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구에서는 476편의 문헌을 검토한 결과 금연 캠페인, 건강 경고, 세금 인상이 흡연 억제에 가장 효과적인 정책이라고 보고하였다(Akter et al., 2024). 특히 금연 캠페인은 내러티브 연구와 메타분석 모두에서 흡연 유병률 감소, 담배 소비와 판매 감소와의 관련성이 입증되었다. 이처럼 캠페인을 포함한 커뮤니케이션은 단순한 정보 전달을 넘어 간접흡연에 대한 위해 인식 제고, 태도와 행동 변화 유도, 사회 규범 형성, 정책 수용성 확대 등 다층적 차원에서 핵심적인 역할을 수행한다. 특히 가정이나 차량과 같이 법적 규제가 미치기 어려운 사적 공간에서의 간접흡연 노출은 정책 개입만으로는 한계가 있으며, 커뮤니케이션을 통한 자발적 실천과 사회적 합의가 병행되지 않으면 효과적인 변화가 어렵다. 따라서 일반인의 간접흡연 위해와 정책에 대한 인식, 태도, 행동, 정책지지를 파악하고, 이에 영향을 미치는 요인과 더불어 간접흡연 관련 정책을 방해하는 담배 산업의 전략을 분석하는 것은 중요한 연구 과제라 할 수 있다.

이에 본 장에서는 간접흡연이라는 건강위해 요인에 대응하기 위한 효과적인 커뮤니케이션 전략을 제안하기 위한 기초자료로서 국내외 연구 문헌을 고찰한다. 구체적으로 (1) 간접흡연에 대한 인식, 태도, 정책지지 및 수용도 연구, (2) 이러한 인식과 태도, 정책지지와 수용도에 효과적인 국내외 미디어 캠페인 및 메시지 연구,

(3) 간접흡연 노출 감소를 위한 중재 효과 연구, (4) 간접흡연 관련 정책을 방해하는 담배 산업의 전략 순으로 검토한다. 체계적인 문헌 검색 과정을 거쳐 선정한 연구를 대상으로 검토하되(1장 참고), 최신 연구, 범위가 포괄적인 연구, 방법론적 엄밀성이 높은 연구를 더 중점적으로 다루었다. 결론에서는 검토한 문헌을 요약하고 한계를 지적하며, 향후 연구 방향을 제안하였다.

II

간접흡연에 대한 인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 관한 연구

1 국외 연구 동향

가. 지식 및 위험인식과 결정요인

간접흡연의 위해성은 오래전부터 과학적으로 확립되어 왔으며(USDHHS, 2014), 이에 따라 간접흡연 위험 인식을 다룬 체계적 문헌고찰 연구나 메타분석은 제한적이다. 오히려 최근 연구는 흡연이 끝난 후 실내 표면과 먼지, 공기 중에 잔류하는 오염물질인 삼차흡연(Thirdhand Smoke, THS)의 위험 인식에 주목하고 있다.

Yildirim-Ozturk 등(2024)의 메타분석(총 12편, n=8,549)에 따르면, 삼차흡연의 유해성을 인지하는 비율은 평균 80.1%였으며, 특히 아동에 대한 유해성 인식이 가장 높았다. 그러나 집단 간 인식 차이가 커 세부 집단별 접근의 필요성이 강조되었다. Vanzi 등(2023)의 체계적 문헌고찰(총 8편)에서는 부모의 삼차흡연 해로움 인식 비율이 42.4~91.0%였으나, 이러한 인식이 건강 행동이나 금연 환경 조성으로 반드시 이어지지는 않았다.

간접흡연의 유해성 인식과 관련해서는 정부 정책 환경 및 문화적 차이가 있었다. Hassanein 등(2022)은 중동 지역 부모들이 위해성을 인식하고도 임신 중 교육 부족과 문화적 흡연 관용 분위기 속에서 대응 한계를 느낀다고 보고했다. 에티오피아의 경우, 2019년 공공장소 금연 법률을 제정했으나, 관련 연구와 인식 수준이 낮아 정책 효과 강화를 위해 인식 제고의 필요성이 제기되었다(Argefa et al., 2022).

간접흡연 노출을 감소하기 위해 의료인의 개입도 중요하데, 문헌을 혼합방법으로 체계적으로 검토(1980~2016년, 총 20편)한 연구에서는 의료진이 간접흡연 위험에 대한 기본 지식은 있으나 실제 개입은 드물었으며, 낮은 우선순위와 환자 관계 유지 우려가 개입을 저해하는 요인으로 나타났다(Kaur et al., 2019).

나. 태도 및 행동과 결정요인

Passey 등(2016)은 18편의 연구(n=646)를 검토하여 가정 내 금연 유지에 영향을 미치는 요인을 7개의 범주(위험 인식, 개인 기술, 사회적 관계, 지역사회 규범, 이득 인식, 중독·습관, 실천적 문제)로 분류했다. Stevenson 등(2017)은 사회인지이론의 틀에서 호주·뉴질랜드·캐나다·미국 원주민 집단의 금연 가정 구축 요인을 검토한 결과, 위해성 인식과 명확한 규칙 시행, 자신감 있는 소통이 성공 가능성을 높인다고 보고했다. 최근 5년간 북미 대학 캠퍼스를 대상으로 한 연구 11편을 분석한 서술적 문헌고찰 연구에서는 금연정책 태도가 사회 규범, 흡연 경험, 노출 경험, 인구통계학적 특성 등에 따라 달라진다고 보고했다(Dilliot et al., 2020).

다. 정책지지

최근의 체계적 문헌고찰 연구는 간접흡연 규제 정책에 대한 전반적인 지지도가 높다는 사실을 보여준다.

Boderie 등(2023)은 99편의 연구를 메타분석한 결과, 공공 및 사적 공간에서 금연정책에 대한 지지가 높았으며, 특히 아동이 이용하는 공간에서의 지지율이 가장 높다고 보고했다. 구체적으로 아동 탑승 차량(86%), 놀이터(80%), 학교 부지(76%) 순으로 지지율이 높았으며, 공원·해변(53%)과 야외 영업장(50%)은 상대적으로 낮았다. 대학 캠퍼스 금연정책에 대한 수용도 및 효과성에 대해 체계적 문헌고찰 및 메타분석한 연구에서는 총 19편의 문헌을 분석한 결과, 학생의 58.9%, 교직원의 68.4%가 캠퍼스 금연정책을 지지했으며, 일부 연구에서는 금연정책 시행 후 흡연율 감소도 확인되었다(Lupton & Townsend, 2015).

정책지지도는 개인 성향, 흡연 여부, 사회 규범 및 정책 환경에 따라 차이가 있었다. Galiatsatos 등(2020)은 공공주택 금연정책에 대해 비흡연자는 지지하고, 흡연자는 반대 경향이 있다고 보고했다. 금연정책 준수에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 총 17편의 문헌을 체계적으로 검토한 연구에서는 개인 수준에서는 니코틴 의존, 담배 관련 지식 부족, 금연구역에 대한 부정적인 태도가, 대인관계 수준에서는 주변 사람들의 흡연 행동, 가까운 친척, 친구들의 흡연 허용이, 조직 수준에서는 금연구역의 비효율적인 시행과 지정 흡연구역의 불편함이 각각 주요 장애 요인이었다(Zhou et al., 2016).

2 국내 연구 동향

국내의 간접흡연 관련 연구는 주로 단면적 설문조사를 통해 일반인의 지식과 위험 인식, 태도와 행동, 그리고 정책지지 수준을 확인하는 데 초점이 맞추어져 있었다.

가. 지식 및 위험인식

박지현 외(2012)는 대전시민 1,013명을 대상으로 설문조사를 시행한 결과, 간접흡연의 폐해에 대한 지식 수준은 흡연자(85.5%)와 비흡연자(87.0%) 간에 유의한 차이가 없었으나, 심각성 인식에서는 비흡연자(94.7%)가 흡연자(79.0%)보다 높았다. 김범호(2022)는 지자체 남성 공무원 흡연자 254명 중 78.3%가 자신의 흡연으로 인한 유해성을, 83.1%가 타인의 간접흡연 피해 가능성을 인식하고 있었으며, 이러한 인식 수준은 금연에 대한 관심과 연관성이 있다고 보고하였다. Lee 등(2019)의 연구에서는 대학병원 직원 328명 조사에서 여성, 교육 경험자, 노출로 인한 불편 경험자가 높은 지식을 보였다. 한편, 전자담배 사용자가 일반담배(궐련) 간접흡연보다 덜 해롭다고 인식하는 경향을 보여, 제품 유형별 위험 인식 차이를 확인한 연구도 있었다(김지민 & 조홍준, 2021; Kim et al., 2022).

나. 태도 및 행동과 결정요인

서울시 소재 비흡연자 대학생 148명을 대상으로 한 설문 연구에서, 흡연자와 함께 거주하는 경우 태도가 더 부정적이었고 전자담배 간접흡연에 대한 부정적 태도는 행동적 대처 기술과 관련이 있었다(위소정 등, 2019). 2019년 청소년건강행태조사 자료를 활용하여 현재 흡연자인 청소년 7,026명의 응답을 분석한 결과, 가정·학교·공공장소 노출일 수가 적을수록 금연 시도율이 높았다(지영주 & 김윤지, 2021). 2009년 서울·경기

지역 2개 대학 비흡연 대학생 2,061명을 대상으로 진행한 설문 연구(김은경 & 추진아, 2011)에서는 지각된 심각성과 지각된 장애성이 금연 주장행위와 유의한 연관성을 보였다. 2011년 비수도권 지역 비흡연 대학생 246명을 대상으로 한 설문 연구(김명수 & 김윤희, 2012)에서는 남학생일수록, 가족 내 흡연자가 있을수록, 주장행위에 대한 유익성과 사회적 영향 및 자기효능감이 높을수록 간접흡연 상황에서 금연을 주장하는 경향이 있었다.

간접흡연은 환자의 건강 상태를 악화시킬 수 있으므로 환자가 간접흡연에 노출될 경우 흡연자에게 담배를 꺼달라고 요청하는 행동(주장행위)을 할 수 있어야 한다. 김은경(2016)은 천식환자 140명을 대상으로 한 연구에서, 간접흡연 상황에서 흡연자에게 담배를 꺼달라고 요청하는 주장행위를 하지 않는 비율이 39.3%에 달한다고 보고하였다. 또한, 자기효능감이 높을수록, 과거에 담배 중단을 요청한 경험이 있을수록, 그리고 주변에서 타인의 담배 중단 요청을 목격한 경험이 있을수록 담배 중단을 요청하는 주장행위를 더 자주 하는 경향이 나타났다. 혈관질환 환자 203명을 대상으로 한 후속 연구에서도 39.9%가 이러한 담배 중단 요청 행동을 하지 않았으며, 자기효능감이 주장행위와 가장 높은 상관을 보였고, 주관적 건강상태, 질병의 심각성 및 민감성 인식, 행동의 이익 인식 등이 주장행위에 유의한 영향을 미친 것으로 나타났다(김은경 등, 2016).

국가 간 비교 연구도 진행되었는데, Ayers 등(2010)은 미국 캘리포니아의 한국계 거주자가 서울 거주자보다 가정 내 금연정책을 더 적극적으로 시행하고 간접흡연 노출 수준이 낮다고 보고하여, 사회적 규범과 정책 환경에 따라 정책지지 수준이 달라질 수 있음을 시사하였다.

다. 정책지지

공공장소 금연정책과 규제에 대한 지지도는 높은 편이다. ITC(International Tobacco Control Policy Evaluation Project) 한국 설문 자료를 분석한 결과, 2005-2010년 사이에 식당 및 술집 금연정책 지지도가 두 배 증가했다(Park et al., 2019). 2016년 공동주택 금연구역 지정 제도가 시행되면서 금연구역이 지정된 아파트 입주민 378명을 대상으로 진행한 모바일 설문조사 연구에 따르면 금연아파트 지정에 대해 78.3%가 만족한다고 응답하였으며 흡연자(55.3%)에 비해 비흡연자(80.9%)의 만족도는 통계적으로 유의하게 높았다. 흡연자와 비흡연자 모두 금연아파트 지정 후 공용구간에서의 간접흡연과 공용구간 이외 장소에서의 간접흡연 문제가 개선되었다고 평가하였다(황지은 & 조성일 2019).

대전시민 1,013명을 대상으로 한 설문조사에서는 어린이 보호구역의 금연 지정에 대한 찬성률이 98.5%로 가장 높았고, 음식점·식당, 버스·택시 정류장, 공원·놀이터 순으로 찬성률이 높았다(박지현 등, 2012). 또한, 서울 지역 흡연자 366명을 대상으로 한 설문 연구에서는 공원·놀이터, 학교 주변 등 길거리 금연구역 정책의 불응 요인으로 정책의 정당성과 수용성 부족, 주변의 흡연 관행과 인식, 규제의 모호성, 흡연 공간 부족 등이 지적되었다(김흥주 등, 2015).

III

인식, 태도, 정책지지 및 수용도에 효과적인 커뮤니케이션

간접흡연의 피해를 줄이기 위한 핵심 전략 중 하나는 대중의 인식과 태도를 변화시키고, 금연정책에 대한 사회적 수용성을 높이는 미디어 기반 커뮤니케이션이다. TV, 라디오, 소셜 미디어(Social Network Service, SNS), 모바일 앱 등 다양한 매체를 활용하는 미디어 캠페인은 건강위해성에 대한 지식을 강화하고, 사회 규범을 형성하며, 태도와 행동 변화를 유도하고, 정책지지를 촉진하는 중요한 기제로 작동한다. 그러나 금연 및 흡연 예방 분야에 비해, 간접흡연에 초점을 둔 미디어 캠페인의 효과 연구는 제한적이며, 캠페인 성과를 결정하는 메시지 구성 요소에 대한 실증 연구도 드물었다.

최근 Akter 등(2024)이 수행한 체계적 문헌고찰 연구와 메타분석은 인구 수준의 담배 규제 정책과 미디어 캠페인 효과를 종합적으로 검토하였다. 분석 대상은 주로 흡연 관련 지표였으며, 연구 빈도는 담배 소비(20편), 흡연 유병률(19편), 금연율(13편) 순이었다. 반면, 간접흡연 노출을 다룬 연구는 단 1편에 불과했다. 메타분석 결과, 캠페인의 통합 효과(Pooled Odds Ratio, pOR)는 0.69(95% CI 0.62-0.78)로 통계적으로 유의했으나, 정성적 분석에서는 결과가 일관되지 않았다. 이는 간접흡연 캠페인 효과에 대한 실증적 근거가 매우 부족함을 시사한다.

1 국외 연구 동향

이처럼 간접흡연에 초점을 둔 캠페인 효과 평가 연구가 제한적인 상황에서, Lim 등(2024)은 2002년부터 2022년까지 전 세계 50개국에서 시행된 73건의 간접흡연 미디어 캠페인을 체계적으로 검토하였다(그림 6-1). 연구진은 캠페인 평가를 위한 개념적 틀을 적용하여, 캠페인 과정(전달 정도), 결과(인지도, 참여도, 지식, 태도, 행동 시도 및 초기 행동), 영향(행동 변화) 평가로 문헌을 분류하였다(표 6-1). 검토 결과, 다수의 캠페인이 간접흡연 인식 제고, 태도 변화, 가정 내 노출 감소 등 긍정적인 효과를 보였다. 구체적으로, 대부분의 캠페인은 다양한 매체를 통해 간접흡연의 위험성을 알렸으며, 캠페인 회상률은 8%에서 76%까지 보고되었다. 또한 흡연 관련 결과를 제시한 11편의 연구 중 10편은 간접흡연 위험에 대한 지식 증가(73-85%)를, 5편은 금연 가정 확산을, 2편은 금연 권유 행동 증가를 보고하였다(표 6-1). 다만, 이러한 연구의 상당수는 비교군이나 통제군이 없었고, 캠페인의 지속적 효과를 검증할 수 있는 종단적 설계가 부족했다. 특히 평가 데이터 중 상당 부분이 보고서 등 회색 문헌(grey literature)에 의존하고 있어, 결과 해석의 신뢰성에 한계가 있었다.

제 1 장

제 2 장

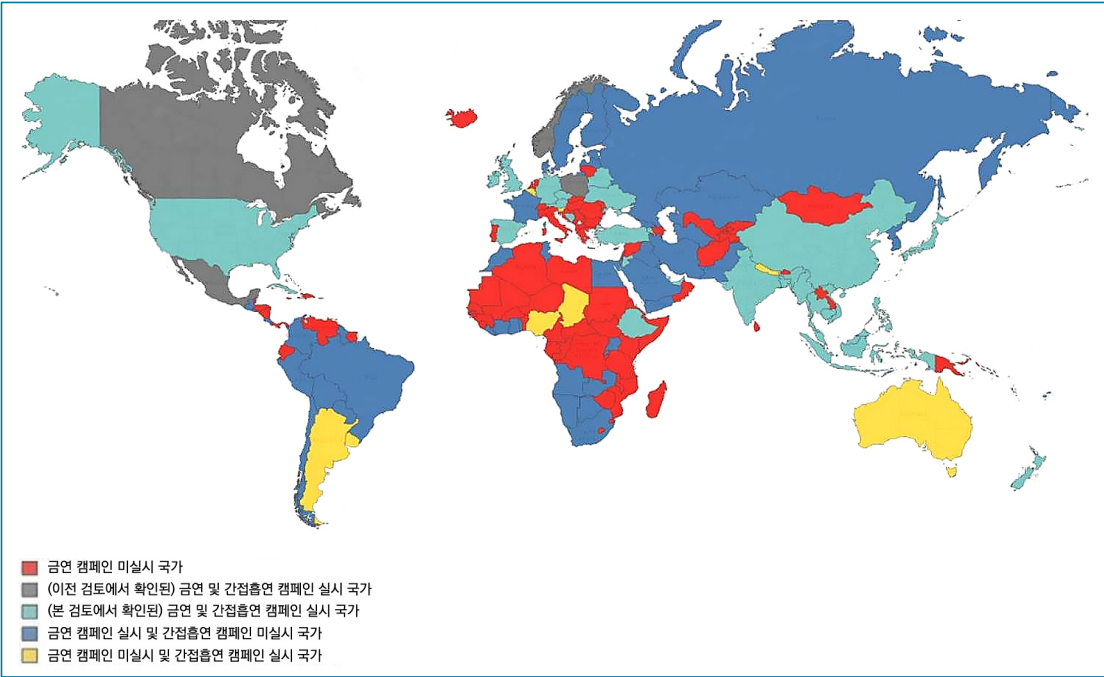
제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장



[그림 6-1] 금연 캠페인(2018-2020)과 간접흡연 캠페인(2002-2022) 실시 분포

출처: Lim, C. C., Rutherford, B., Gartner, C., McClure-Thomas, C., Foo, S., Su, F. Y., Scheurer, R., Sebayang, S., Chan, G., Stjepanović, D., Fausiah, F., Farassania, G., & Leung, J. (2024). A systematic review of second-hand smoking mass media campaigns (2002-2022). BMC Public Health, 24(1), Article 693. (원문을 참고하여 재작성함).

<표 6-1> 간접흡연 캠페인 관련 검토한 문헌 평가

평가 유형	캠페인 수	규모	국가 수	연도	결과
캠페인 전달 (노출량)	74	G, C, S, A	43	2002-2022	• 1개를 제외하고 모두 캠페인 전달 방식을 보고 • 이 중 64%가 온라인 배포
캠페인 참여도 (방문/클릭 수 등)	25	C	19	2014-2022	• 소셜미디어 참여 지표(19편), 현장 참석률(2편), 인구 도달률(3편) 보고
인지도	6	C, S, A	4	2002-2018	• 6개 캠페인 모두 회상/인지도 평가 (회상률 8.0-76.4%) • 사실 기반/이득 프레임 캠페인이 더 효과적이라는 제한적 증거 존재
지식, 태도, 의도	10	C, S, A	7	2002-2021	• 10개 캠페인에서 위험인식 및 금연의도 증가 • 단, 금연의도와 실제 행동 변화 간 상관관계는 미비
초기 변화	8	C, S, A	6	2002-2021	• 금연 시도 증가(2편), 공공장소 금연지시 증가, 금연 가정 서약, 대체 소비로의 전환, 금연상담 전화의 효과(5편)를 보고 • 단, 금연 시도 예측 실패(1편)를 보고
행동 변화	7	C, S, A	4	2002-2019	• 금연가정 증가와 및 아동의 간접흡연 노출 감소(3편) 보고, 타인에게 금연 권유(2편) 보고 • 단, 흡연 중단 자체와의 연관성 미발견

G: Global; C: Country-level; S: State-level; A: Area/District/County-level

출처: Lim, C. C., Rutherford, B., Gartner, C., McClure-Thomas, C., Foo, S., Su, F. Y., Scheurer, R., Sebayang, S., Chan, G., Stjepanović, D., Fausiah, F., Farassania, G., & Leung, J. (2024). A systematic review of second-hand smoking mass media campaigns (2002-2022). BMC Public Health, 24(1), Article 693. (원문을 참고하여 재작성함).

문화적 맥락에 따른 효과 차이도 보고됐다. 호주·뉴질랜드·미국·캐나다 원주민 대상 금연 캠페인 관련 21편을 체계적 문헌고찰 연구 및 서술적 문헌고찰 분석 연구에서는, 문화 맞춤형 메시지가 일반 메시지보다 더 선호되고 기억에 남았으며, 지식·태도·행동 변화를 유도하는 데 효과적이었다고 보고했다(Gould et al., 2013). 그러나, 이러한 맞춤 전략이 모든 집단에서 항상 효과적인 것은 아니며, 형식·전달 방식별 효과에 대한 체계적 근거는 부족하다고 결론지었다. 간접흡연에 국한한 연구는 아니지만, 청소년의 담배 사용을 줄이기 위한 대중매체 캠페인 관련 기존 문헌을 종합적으로 검토한 연구에서는 2014년 3월까지 총 34편의 논문을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 내렸다(Allen et al., 2015). 첫째, 금연 대중매체 캠페인은 인종 및 민족 집단 전반에서 효과적일 수 있으나, 효과의 크기는 인종/민족에 따라 다를 수 있다. 둘째, 사회경제적 지위 및 인구 밀도에 따른 캠페인 효과 차이를 결정하기에는 현재 증거가 불충분하다. 셋째, 개인적 체험담이나 놀라운(예상 밖의) 스토리, 강렬한 이미지·사운드·편집을 포함한 광고가 청소년의 광고 회상과 메시지 숙고 가능성을 높인다. 넷째, 건강결과 주제와 관련된 메시지의 효과성은 혼재된 결과를 보인 반면, 산업 조작(industry manipulation) 주제가 건강결과 메시지와 함께 쓰일 경우 효과적일 수 있다. 다섯째, 간접흡연 또는 사회 규범 테마의 광고가 청소년의 흡연 행동에 미치는 영향에 대해서는 증거가 부족하다.

역사적 관점에서 담배 사용을 제한하는 캠페인을 검토한 연구에서는 1970년대 이후 미국의 공공장소 금연 캠페인이 비흡연자 권리 보호, 환경오염 방지, 아동 대상의 시각적 노출 최소화 등의 사회 메시지를 활용해 ‘흡연 비정상화(denormalization)’ 전략을 강화했다고 분석했지만, 이를 뒷받침하는 체계적 효과 검증은 미흡하다고 밝혔다(Bayer & Bachynski, 2013).

마지막으로 Lim 등(2024)은 미국의 비영리단체인 Tobacco-Free Kids가 2000년에서 2009년 사이에 17개국에서 진행된 전국 혹은 주(state) 단위의 간접흡연 관련 캠페인을 종합한 내용을 소개하고 있다. 이 보고서에 따르면 아동 피해를 부각하는 개인 이야기와 흡연자 비난을 피하는 콘텐츠가 수용자 인식 및 태도에 긍정적 영향을 미칠 수 있다고 제시했다. 그러나 대부분의 연구에서 통제집단 및 종단적 설계가 부족해 캠페인의 효과에 대한 인과적 결론을 내리기 어렵다고 지적하며, 보다 엄격한 실증적 평가의 필요성을 강조하였다(Lim et al., 2024).

2 국내 연구 동향

국내에서는 금연 캠페인이 다수 진행되었으나, 간접흡연을 전면 주제로 한 전국적인 캠페인 시행은 드물다. 예외적으로, 2008년 보건복지가족부가 시행한 “세이 노(Say No) 간접흡연 캠페인”은 “Say No! Save Life! 소중한 삶을 위해 No라고 말하세요!”라는 슬로건으로 거절 효능감 제고를 목표로 했다(보건복지부, 2008). 그러나, 효과 평가가 미흡해 전 세계의 간접흡연 예방 캠페인 문헌을 체계적으로 검토한 연구(Lim et al. 2024)에는 포함되지 못했다. 한국의 경우 금연 미디어 캠페인은 존재하나 간접흡연 캠페인은 존재하지 않은 것으로 표시되어 있다(그림 6-1).

국내 실증 연구로는 두 편이 확인되었다. 첫째, 강정석과 박하연(2015)은 30대 남성 흡연자 205명 대상 온라인 설문에서, 흡연자에 대한 사회적 이미지를 부정적으로 지각할수록 타인에 대한 죄책감을 더 강하게 경험하였고, 자신에 대한 죄책감(예: 담배가격 인상)과 타인에 대한 죄책감(예: 간접흡연이 가족 건강에 미치는 피해)이 높을수록 금연 의향을 높이는 것으로 나타났다. 둘째, 한·미 대학생 흡연자 대상 실험 연구에서는 규범 메시지(“당신 학교 흡연자의 대부분은 비흡연자 앞에서 담배를 피우지 않는다/피우는 것을 지지하지 않는다”)가 죄책감을 유발했고, 이 죄책감이 행동 의도에 강한 영향을 미쳤다(Lee & Paek, 2014). 특히 효과 크기는 미국 흡연자보다 한국 흡연자에서 더 컸다. 다만 죄책감 소구는 메시지 윤리성 의심과 심리적 저항을 촉발할 가능성이 있어 주의가 필요하다(Guttman & Salmon, 2004).

IV

행동변화와 간접흡연 노출 감소를 위한 중재 효과

1 국외 연구 동향

가. 임산부 대상

임산부의 간접흡연 노출을 줄이기 위한 중재 프로그램은 다양한 접근과 전략을 통해 시행되어왔다. 기존 체계적 문헌고찰 연구를 유형별로 살펴보면, 교육·상담 중심 개입, 가족·파트너 포함 개입, 임상 중재 개입, 행동 변화 중심 개입, 정책·이론 기반 개입 등으로 구분할 수 있다.

교육·상담 중심 개입에 관한 대표적 연구로 Nwosu 등(2020)은 2019년까지 발표된 9편의 연구를 검토하였다. 이 중 7편이 임산부에게 간접흡연의 건강영향을 설명하고 상담·지침을 제공하는 교육형 개입이었다. 개입의 형태는 단순 정보 제공에서부터 반복 상담과 교육을 결합한 복합 프로그램까지 다양했으며, 복합적 개입일수록 긍정적인 효과를 보였다. 그러나, 간접흡연 노출 평가 방법의 표준화가 부족하고 연구 편향 위험이 중간 이상으로 높아 근거의 일관성이 떨어지는 한계가 지적되었다. 산후 중재와 관련하여 Ashford 등(2009)은 1995-2008년 사이 수행된 무작위 임상시험 연구 11편을 분석해 간접흡연 교육이 포함된 개입의 효과를 비교하였다. 그 결과, 파트너 흡연 여부, 가정 내 금연 규칙 채택 여부, 금연 유지 동기·자신감과 개입 효과 간의 관련성이 확인되었으며, 특히 간호사와 소아과 의사가 주도한 개입에서 재흡연율이 가장 낮았다. 연구자들은 가족 건강에 대한 간접흡연 교육, 금연 환경 조성, 파트너 참여를 포함한 포괄적 개입이 출산 후 재흡연 감소에 효과적일 수 있다고 결론지었다.

또한 임산부의 간접흡연 노출을 줄이기 위해서는 가정 내 흡연환경의 변화를 유도하는 것이 필수적이다. Nwosu 등(2020)의 분석에 따르면, 검토 대상 연구 중 흡연 파트너를 포함한 개입은 단 2편뿐이었다. 그러나 파트너 참여와 추적 관리를 포함한 가족 중심 개입이 더 높은 효과를 보였으며, 향후 금연 가정 조성을 위해 가족 단위 접근이 필요하다고 제언했다. 중국에서 1995년부터 2012년까지 임산부 대상의 간접흡연 감소를 위한 13편의 중재 연구를 체계적으로 문헌 검토한 연구에서는 임산부의 간접흡연 노출률을 38.9-75.1%로 보고하였다(Zhang et al. 2015). 예방 개입 연구는 소수(5편)만 존재하고, 주로 남성 흡연 행동 변화에 초점을 맞추었으며, 간접흡연으로부터 임산부를 보호하기 위한 효과적인 중재에 대해서는 정보가 제한적이라고 보고했다.

한편 비흡연 임산부의 간접흡연 노출을 줄이기 위한 임상 중재와 관련한 체계적 문헌 연구에서는 1990년부터 2013년 1월까지 발표된 문헌 5편의 연구 결과를 종합하였다(Tong et al. 2015). 분석 결과 산전 진료 환경에서 제공되는 임상 중재는 간접흡연 노출을 감소시키는 것으로 보였으나, 생화학적 검증이 부족한 연구가 포함되어 결론의 신뢰도에 한계가 있다고 보고했다. 의료 환경에서 적극적인 금연 치료 및 노출 제거 상담이 필요함에도

미국의 산부인과 의사 중 절반 이하만이 이를 실제로 제공하고 있음을 지적한 연구에서는 기존 권고안과 최근 연구 결과를 바탕으로 임상 치료 지침을 수정하고 의료진의 실천을 촉진할 필요가 있다고 제안하기도 했다 (Melvin & Gaffney, 2004).

행동 변화 중재(Behaviour Change Interventions, BCIs)의 효과를 체계적으로 검토하고 평가한 연구에서는 2000-2015년 발표된 6편의 연구를 분석한 결과, 간접흡연 지식 증가, 남편의 금연, 가정 내 간접흡연 노출 감소 등 긍정적 결과를 확인했다(Dherani et al., 2017). 다만 자기보고식 측정에 의존하고, 객관적 결과 지표가 부족하며, 중재 기간이 짧고, 일부 연구에서는 통제군이 부재한 점 등을 한계로 지적하였다. 행동 변화에 효과적인 이론적 틀을 제안한 연구도 있었다(Hovell & Hughes, 2009). 이 연구에 따르면 행동생태학적 모형(Behavioral Ecological Model, BEM)은 가장 높은 사회적 수준(예: 담배 판매에 대한 세금 부과)에서부터 니코틴에 대한 생리적 반응에 이르기까지, 흡연 및 간접흡연에 영향을 미치는 강화 요인이 상호 연결된 사회적 조건을 전제로 하고, 정책, 미디어 캠페인, 교육 서비스, 임상 서비스 등을 포함한 지역사회 전반의 ‘중재’를 포괄하는 이론적 틀로써 활용될 수 있다.

나. 유아·아동 대상

유아 및 아동은 간접흡연 노출의 가장 큰 피해자이며 그 폐해도 평생 지속되기 때문에 간접흡연 노출 감소 중재 프로그램에서 가장 중요한 대상이 되며, 연구 또한 활발하고 견고하게 진행된 편이다. 아래에서는 연구 방법이 견고하고 연구 범위가 포괄적인 코크란 리뷰 및 메타분석 기반 평가를 자세하게 기술한 후, 행동 변화 기법 적용 연구, 중재 환경 및 대상에 특화된 연구 등으로 나누어 기술하였다.

1) 코크란(Cochrane) 리뷰 및 메타분석 기반 평가

78건의 무작위 및 비무작위 통제 시험을 분석한 코크란 리뷰에서는 총 24편의 연구에서 통계적으로 유의한 효과를 보고하였다(Behbod et al. 2018). 이 중 13편은 생화학적 검증, 8편은 부모들의 자기보고를 통해 효과를 확인하였다. 효과적인 개입은 주로 상담·교육 중심이었으며, 임상(15건)과 커뮤니티(8건) 기반에서 시행되었다. 그러나, 일부 상담 중심 개입에서는 효과가 없었고, 연구 재현성과 표준화 부족, 편향 위험으로 일반화 가능성에 한계가 있었다. 2013년까지의 연구를 검토한 코크란 리뷰에서는 검토한 57편의 연구 중 14편에서만 아동의 간접흡연 노출 감소에서 통계적으로 유의한 중재 효과가 나타났다(Baxi et al. 2014). 이 14편 중 6편은 아동의 간접흡연 노출을 객관적(예: 코티닌)으로 측정했다. 유의한 효과를 보인 연구들은 집중 상담 또는 동기 강화 면담, 전화 상담, 학교 기반 전략, 그림책 사용, 교육 목적의 가정 방문 등과 같은 다양한 중재를 사용했다. 부모나 보호자를 대상으로 한 집중 상담 또는 동기 강화 면담(Motivational Interviewing)이 효과적이었으며, 단기 개입보다는 반복적 개입의 효과가 상대적으로 높았다. 다만, 중재 방식 사이에 명확한 효과의 차이는 드러나지 않았고, 대부분의 연구에서 생화학적 검증이 부족했다. 동기 강화 면담이 간접흡연 노출 감소와 소아 건강 행동 개선에 효과적이라는 점은 다른 메타분석 연구에서도 입증되었다(Borrelli et al. 2015). 한편, 2007년까지의 문헌을 체계적으로 검토한 코크란 리뷰에서는 36편의 연구 중

11편에서 중재군이 대조군보다 아동의 간접흡연 노출 감소에 통계적으로 유의한 효과를 보였다(Priest et al. 2008). 이 중 4편은 부모 흡연자에 대한 집중적인 임상 상담을 제공했다. 그러나, 개입군과 대조군 모두에서 노출이 감소하는 경향이 있어 가장 효과적인 중재 유형을 특정하기 어렵다고 결론지었다. 더 이전의 코크란 리뷰에서는 포함된 18편 연구 중 4편에서만 유의한 효과가 있었으며, 이 중 3편은 흡연 부모 대상 집중 상담, 1편은 흡연 아버지 대상 학교 기반 개입이었고, 의료 환경별 효과 차이는 없었다(Roseby et al. 2003).

부모의 금연 중재 18편(n=7,053)을 메타분석한 연구에서는 중재군의 금연율(23.1%)이 대조군(18.4%)보다 높았으며, 중재는 부모의 금연율을 유의하게 증가시켰다(Rosen et al. 2012). 유의한 효과가 나타난 하위집단은 자녀의 연령이 4-17세, 1차 목표가 금연인 중재, 약물 제공 중재, 추적 조사율이 80% 이상인 중재였다. 이 연구에서는 대부분의 포함된 시험이 실제로 무작위 배정이 이루어졌고, 탈락률도 낮아서 타당도가 높다고 평가하였으나, 무작위 배정 은폐와 관찰자 눈가림이 대부분의 시험에서 보고되지 않은 점은 한계로 지적되었다.

2) 대상, 기법, 중재 환경 특화 연구

초등학생(5-12세) 자녀 부모를 대상으로 한 14개의 개입 프로그램을 검토한 체계적 문헌 연구에서는, 6개의 중재가 노출 감소를 보고했다(Brown et al., 2017). 공기청정기 사용은 실내 미세먼지 농도를 줄였으나 천식 이환율 개선에는 일관된 효과가 없었다. 같은 연구자들이 가정을 중심으로 한 부모 중재 프로그램의 효과성을 보기 위해 2000년부터 2014년까지 검토한 체계적 문헌 연구에서는 총 28편의 연구를 분석했는데, 5세 미만 아동 가정에서는 부모들의 금연이나 재흡연 예방에 비해 간접흡연 저감 개입이 상대적으로 효과적인 것으로 나타났다고 보고했다(Brown et al., 2015). 그러나, 이 두 연구 모두 개입 내용 및 강도의 이질성으로 인해 일관된 결론 도출에는 한계가 있음을 지적했다.

가정 내 부모의 역할에 초점을 맞춘 연구도 있었다. 아버지를 중심으로 한 금연 가정 조성에 관한 13편의 연구를 주제범위 문헌고찰(Scoping review)한 연구에서는 아버지의 인식, 성역할, 문화요인이 노출 감소에 영향을 미쳤으나 효과적 접근에 대한 결론을 내리기에는 근거가 부족했다(O'Donnell et al., 2019). 중국에서 아동의 가정 내 간접흡연 노출 감소를 위한 중재의 효과에 대해 체계적 문헌고찰한 연구에서는 1997년부터 2017년 사이에 총 13편의 연구가 포함되었으며, 자기주도 학습 자료를 결합한 비약물적 접근과 아버지의 금연을 설득하는 시도가 일반적인 전략으로 사용되었다(Zhou et al., 2019). 아동의 코티닌 수치 감소(2편), 담배 소비량 감소(5편), 부모의 금연율 증가(6편) 등 일부 긍정적 효과를 보였지만, 이러한 효과는 중재 후 3-6개월이 지나면 지속되지 않았으며, 생화학적 검증 없이 자기 보고식 금연이 가장 흔한 결과 지표로 사용된 점이 한계로 지적되었다(Zhou et al., 2019).

자기 보고식 대신 환경 모니터링을 통한 중재 연구도 확인되었다. 가정에서 흡연으로 인한 오염을 감소하기 위한 중재 연구를 대상으로 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 실시한 연구(Rosen et al., 2015)에서는 최종 선정된 총 7편의 중재 연구 중 6편이 니코틴 또는 미세먼지로 측정된 가정 내 담배연기 공기 오염을 개선했다고 보고했다. 그러나, 추적 조사 시 모든 연구에서 가정 내 담배연기 오염이 여전히 존재했으며, 개입의 유형과

효과 사이의 명확한 연관성은 드러나지 않았다고 결론 내렸다.

Brown 등(2020)은 아동의 간접흡연 노출을 감소하는 데 효과적인 중재의 특성과 행동 변화 기법(Behavioral Change Techniques, BCTs)을 확인하기 위해 2017년부터 2020년까지 6개월 이상의 추적 관찰이 포함된 16편의 무작위 임상시험 연구를 체계적으로 검토했다. 아동의 간접흡연 노출 감소에 효과적인 중재에서 공통적으로 확인된 유망한 행동 변화 기법은 총 13건였으며 교육, 목표 설정 및 계획 수립, 목표 달성을 위한 지원 등 세 영역에 집중되었다.

가정에서의 중재에 비해 의료 시설에서 혹은 의료 전문가들 대상으로 한 중재 프로그램의 효과는 미비한 것으로 보인다. Daly 등(2016)은 의료 전문가가 시행한 중재가 아동의 담배연기 노출을 줄이는 데 얼마나 효과적인지를 규명하기 위해 2015년까지 총 16편을 검토하고 메타분석했다. 우선 아동 간접흡연을 측정하는 6편의 서술적 분석 연구에서, 중재군과 비교군 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 부모 금연을 측정하는 9편의 메타분석 결과에서도 전체적으로 유의한 중재 효과가 없었다. 포함된 연구 간 이질성이 높았으며, 이는 결과 지표, 추적 기간, 중재 전략, 그리고 중재 충실도의 불확실성 차이에서 비롯되었을 수 있어 추가 연구의 필요를 시사하였다. 다만, 산후 모성 흡연 재발 방지를 측정하는 3개 시험의 메타분석에서는 유의한 중재 효과가 나타나, 일상적인 아동 건강 관리를 제공하는 의료 전문가가 실시하는 중재의 효과를 일부 입증했다. 병원이나 2차 진료 상황에서의 중재 효과를 검토한 연구에서는 1980년부터 2020년까지 총 14편의 논문을 검토했다(Ferris et al., 2021). 아동의 간접흡연 노출이 주관적으로 측정되었을 때, 6개월 이내 단기 감소를 이끌어낸 효과적인 중재가 일부 나타났다. 그러나, 6개월 이상의 장기 추적에서는 이러한 효과가 나타나지 않았으며, 간접흡연 노출을 객관적으로 측정된 경우에도 효과가 확인되지 않았다.

종합하면, 현재까지의 연구는 아동의 간접흡연 노출을 줄이기 위한 다양한 중재 전략이 일부 효과성을 보고했지만, 지속 가능하고 재현 가능한 개입으로 보기엔 한계가 존재한다. 특히 행동 변화 이론 기반의 반복적 상담, 가족 단위 개입, 생화학적 검증 도입, 성역할 및 문화적 특성 고려가 향후 연구 설계에 필요하다. 더불어, 부모의 자기 보고를 보완할 수 있는 환경 모니터링 및 아동 생물학적 지표 활용과 중재 강도·지속시간·전달 방식의 표준화가 요구된다.

2 국내 연구 동향

해외에서 오랫동안 축적된 중재 프로그램에 대한 체계적 연구에 비해 국내의 연구는 교육 중심의 단면적인 교육 사후 비교 연구가 주를 이루었다.

가. 유아·아동 대상

유아나 아동을 대상으로 한 연구에서는 교육 후 간접흡연의 유해성에 대한 인식이 높아지고, 금연에 대한 긍정적 태도와 자신을 보호하는 기술이 향상되는 것으로 나타났다. 예를 들어, 김정미와 김현영(2020)은 가정 연계 교육을 통해 금연구역 인식과 보호 기술이 가장 크게 향상됨을 확인했다. 권기남 등(2005)은 프로젝트

접근법을 활용하여 유아의 인식과 태도, 대처 행동 모두 개선되는 효과를 보고하였다. 김정미(2012)의 연구 역시 어린이집을 중심으로 한 교육이 유아의 부정적 인식 강화와 대처기술 향상에 기여함을 보여주었다.

나. 청소년 대상

학교 청소년을 대상으로 한 연구에서도 효과가 입증되었다. 강류교 등(2017)은 흡연 부모를 둔 초등학교를 대상으로 간접흡연 예방 교육프로그램을 개발하여, 간접흡연에 대한 지식, 대처 기술, 자기주장 행동에 미치는 효과를 확인하였다. 연구는 비 동등성 대조군 사전-사후설계에 따라 대상자를 실험군(n=40)과 대조군(n=40)에 배정하고, 실험군에 4주 간 간접흡연 예방 교육프로그램을 제공하였다. 연구 결과, 실험군은 간접흡연에 대한 지식, 행동적 대처 기술, 그리고 부모의 간접흡연 상황에 대한 대처 및 자기주장 점수가 모두 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 이와 유사하게 박민아 등(2014)은 경북 지역의 중학생 198명이 참여한 비 동등성 대조군 사전-사후설계(실험군 n=100명, 대조군 n=98명)로 한 달여간 실험을 진행하였다. 연구 결과, 집단 간에는 간접흡연의 단기 영향 지식, 장기 영향 지식, 간접흡연 예방을 위한 언어적 대처 기술, 행동적 대처 기술, 간접흡연 예방 자기주장에서 유의한 차이가 있었다. 충남 실업계 고등학교 재학생 41명을 대상으로 금연 교육 사전-사후 검사를 시행한 연구에서는 금연 교육 후 인지와 태도, 행동, 모두 긍정적 변화를 보였으며, 코티닌 수치와 설문 결과가 일치했다고 보고했다(신호상 & 김진구, 2002).

다. 부모·가정 연계 교육

부모와 아이를 연계한 교육도 의미 있는 결과를 도출하였다. 신성례 등(2011)은 자녀-학부모 연계 간접흡연 예방 교육 프로그램이 부모의 흡연행태에 미치는 영향을 평가하고자, 서울시 어린이집 학부모 중 흡연자인 아버지 177명(실험군 n=91, 대조군 n=86)을 대상으로 무작위 대조군 전후 실험 연구를 진행하였다. 실험군에는 프로그램에 대한 교육을 받은 교사가 어린이들을 대상으로 주 1-2회, 1일 50분씩 총 7주 차의 간접흡연 예방 교육을 시행하였다. 1회차 교육이 끝날 때마다 부모들에게 당일 아이들이 배운 중요한 교육내용을 요약한 가정 통신문을 발송하고, 어린이들이 부모에게 배운 내용을 전달하도록 하였다. 연구 결과, 실험군에서 일일 흡연량, 자녀와 함께 있을 때 흡연율이 유의하게 감소했으며, 간접흡연 인식 및 행동 변화 점수도 유의하게 증가하였다.

연구들은 간접흡연 예방 교육이 인식·태도·행동 변화를 촉진하며, 특히 가정과 교육기관을 연계하고 부모와 아동이 함께 참여하는 방식이 가장 효과적임을 보여준다. 다만, 단면·준실험 설계, 표본 편중, 자기보고 의존, 장기 추적 부족 등의 한계가 있어, 앞으로는 다양한 집단과 객관적 지표를 포함한 장기적·체계적 프로그램 개발과 정책적 확대가 필요하다.

V**담배 산업의 간접흡연 규제 회피 전략**

해외 여러 지역에서는 담배 산업이 금연구역 확대와 및 간접흡연과 관련된 담배규제 정책을 저지하기 위해 조직적이고 체계적인 활동을 벌여 왔다. 이러한 활동은 과학적 논리를 위장한 자문 프로그램 운영, 공공 관계 전략, 제3자 단체를 활용한 로비 활동 등 다양한 형태로 나타났다.

1 과학적 자문 프로그램 운영

1980년대 후반 유럽, 아시아, 라틴아메리카를 중심으로 담배 산업이 지역별 환경담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS) 자문 프로그램을 운영한 사례를 보고한 연구에 따르면, 필립 모리스는 1987년부터 전 세계 환경담배연기 자문 프로그램을 통해 공공장소와 직장에서의 흡연 규제, 실내공기의 질과 환기 기준, 간접흡연에 대한 과학적 주장 등과 관련하여 산업 친화적인 정보를 배포했다(Barnoya & Glantz, 2006). 이들은 담배 산업의 자금임을 숨기고 학계 전문가를 고문으로 고용하여 공공과 미디어에 영향을 미쳤으며, 연구 및 심포지엄을 통해 간접흡연 규제 회피를 시도하였다. 그 결과, 공공의 금연 인식이 확산하던 시기에도 담배 산업은 자문 네트워크를 통해 다수 국가에서 규제를 회피하는 데 성공했다.

다른 연구에서는 필립 모리스가 1996년 ‘ARTIST(Asian Regional Tobacco Industry Science Team)’를 주도하여 한국, 중국, 태국, 대만, 인도네시아의 담배 독점기업과 함께 세계보건기구의 간접흡연 규제 움직임에 대응하고 과학 및 공중보건 커뮤니티, 규제 기관에 영향력을 행사한 사례를 제시했다(Tong & Glantz, 2004). 담배 산업이 국제적 규제 위험을 줄이기 위해 과학적 자문 프로그램을 구축하고 공공 여론을 조작하려 했음을 분석한 연구도 있었다(Muggli et al., 2003). 이들은 산업의 입장을 강화하기 위해 변호사들이 관리하는 과학자 자문 프로그램을 활용했으며, 과학적 의견을 통제하고 연구 방향을 유도하는 등 조직적인 활동을 펼쳤다(Muggli et al., 2003).

2 캠페인을 통한 흡연의 사회적 수용성 유지

1990년대 중반 라틴아메리카에서 시행된 ‘흡연자 수용(Courtesy of Choice)’ 프로그램을 분석한 연구에서는 유명 담배회사들이 환기 산업 및 환기 시스템 전문가와 협력하여 술집, 식당, 호텔, 직장, 공항 등 다양한 실내 공간으로 이 캠페인을 확대하였다고 보고했다(Sebrié & Glantz, 2007). 이러한 전략은 공공장소와 직장에서의 금연정책 도입을 저지하는 효과를 거두었으며, 세계보건기구 담배규제기본협약의 권고 이행을 지연 또는 약화시켰다(Sebrié & Glantz, 2007).

3 보건위원회 규제에 대한 저항 및 법적 대응

Dearlove와 Glantz(2002)의 연구는 보건위원회를 통한 흡연 규제가 입법 절차보다 더 용이할 것이라는 기대와 달리, 실제로는 담배 산업의 강력한 저항에 직면했음을 보여준다. 분석된 25건의 사례에서 담배 산업은 흡연자 수용 캠페인, 입법 개입, 소송 제기라는 세 가지 주요 전략을 활용했다. 이러한 전략은 외곽 단체나 환기업계 연합을 통해 실행되었으며, 특히 입법기관을 개입시켜 보건위원회의 규제 권한을 약화시키는 방식으로 이중 전선을 형성했다(Dearlove & Glantz, 2002). 따라서, 보건위원회가 규제를 추진할 때는 법적 권한을 명확히 하고, 비건강적 요소에 대한 방어 논리를 사전에 준비하는 것이 필요하다(Dearlove & Glantz, 2002).

4 제3자 활용 및 공중보건 연구 방해

호주의 사례에서는 제3자를 활용해 공중보건 연구를 방해하는 담배 산업의 전략이 드러났다. Chapman과 Penman(2003)은 실내공기 컨설팅 회사(Healthy Buildings International, HBI)가 담배 산업과의 관계를 바탕으로 실내 금연 규제에 반대하는 활동을 전개했음을 보고했다. 이 실내공기 컨설팅 회사는 호주 표준위원회 심사 과정에 비공개로 개입하여 필립 모리스의 입장을 대변하였다. Trotter와 Chapman(2003)의 문건 분석에 따르면, 담배 산업은 호주 국립보건의료연구위원회(National Health and Medical Research Council, NHMRC) 리뷰의 진행을 방해하기 위해 과학적 근거를 비판하려는 시도를 했고, 정보공개를 요청했으며, 이 밖에도 법적 소송 제기, 위원회 신뢰성 공격, 산업 동맹 형성, 미디어 여론 조작 등 다양한 전략을 사용했다. 그 결과, 국립보건의료연구위원회의 보고서 작업 진행을 성공적으로 방해하여 보고서 권고안의 발표를 저지했으며, 이는 담배 산업이 과학적 지식 생산과 정책 발전을 저해할 수 있는 상당한 영향력을 지니고 있음을 보여주었다(Trotter & Chapman, 2003).

VI

소결

1 간접흡연에 대한 지식, 위험 인식, 태도, 행동, 정책 수용도

해외와 국내 연구 모두 간접흡연에 대한 위험 인식과 정책지지 수준은 전반적으로 높게 나타났으나, 제품 유형, 흡연 여부, 개인적·사회적 요인에 따라 인식과 지지 정도에는 차이가 있었다. 국내 연구의 경우 대부분 단면연구 설계와 자기보고식 설문조사 자료에 의존하여 인과관계를 명확히 규명하기 어렵고, 장기적 행동 변화 추적에도 한계가 있었다. 또한 연구 표본이 특정 지역과 연령대에 편중되거나 규모가 작아 연구 결과의 일반화 가능성에도 제약이 있었다. 정책지지와 준수의 결정 요인으로서는 문화적 맥락뿐만 아니라 개인적·사회적 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 확인되었으며, 향후에는 이러한 요인을 반영한 맞춤형 개입을 통해 장기적 평가와 객관적 지표를 활용함으로써 정책 및 교육의 효과를 극대화할 필요가 있다.

2 간접흡연 예방 미디어 캠페인 효과와 커뮤니케이션 전략

해외 연구에서 간접흡연 관련 캠페인의 효과를 다룬 실증 연구는 매우 제한적이며, 대부분이 금연이나 흡연 예방에 초점을 두고 있었다. 전 세계 73건의 간접흡연 예방 캠페인을 대상으로 한 체계적 문헌 검토에서는 간접흡연 인식 제고, 태도 변화, 가정 내 노출 감소 등 긍정적 효과가 보고되었으나, 비교군 부재, 단기 평가, 회색 문헌 의존 등 방법론적 한계가 지적되었다. 특히 아동 피해를 강조하는 개인적 이야기나 흡연자에 대해 폄하하지 않는 메시지가 효과적인 것으로 제시되었다. 문화적 맞춤형 메시지는 일부 집단에서 효과적이었으나, 모든 집단에 일관되게 적용되지는 않았다. 국내의 경우 2008년 진행된 'Say No' 간접흡연 캠페인이 존재했음에도 불구하고, 이에 대한 평가 연구는 국내외에서 거의 축적되지 않았다. 제한된 국내 연구에서는 사회적 이미지와 죄책감이 금연 의도에 영향을 미친다는 결과가 보고되었으나, 죄책감 소구는 윤리적 문제와 심리적 저항을 유발할 수 있어 주의가 필요하다.

3 중재 프로그램 효과

해외에서는 임산부 및 유아·아동을 대상으로 한 간접흡연 노출 감소 중재가 교육·상담, 가족·파트너 참여, 행동 변화 중심 전략, 정책·이론 기반 접근 등 다양한 형태로 수행되었으며, 일부 긍정적 효과가 보고되었다. 특히 집중 상담, 동기 강화 면담, 반복적 교육, 가정 내 환경 변화, 파트너 참여, 목표 설정 및 행동 변화 기법 적용은 단기적으로 아동의 간접흡연 노출과 부모의 흡연율을 감소시키는 효과를 보였으나, 장기적 효과는 제한적이었다.

또한 효과 측정에서 자기보고 의존, 생화학적 검증 부족, 개입 강도·방법의 이질성, 표준화 부재, 재현성 한계 등이 공통적으로 지적되었다. 따라서 향후 연구에서는 행동 변화 이론에 기반한 가족 단위 개입, 생화학적·환경 모니터링을 활용한 객관적 평가, 문화·성역할 고려, 그리고 중재 강도·기간·전달 방식의 표준화가 요구된다.

국내 간접흡연 예방 중재 연구는 주로 교육 중심의 단기 사후 비교 연구에 집중되어 있으며, 유아·아동, 청소년, 부모·가정을 대상으로 인식 향상, 태도 개선, 대처 능력 강화에서 일관되게 긍정적 효과가 보고되었다. 유아·아동 대상 연구에서는 가정 연계 교육, 프로젝트 접근법, 어린이집 중심 교육이 유해성 인식 제고와 보호 기술 향상에 기여하였다. 청소년 대상 연구에서는 초·중·고등학생을 대상으로 한 4주에서 1개월간의 프로그램이 지식 습득, 언어·행동적 대처 기술, 자기주장 능력을 유의하게 향상시켰다. 부모·가정 연계 교육에서는 어린이집 교육과 가정통신문을 결합한 프로그램이 부모의 흡연량과 자녀 동반 시 흡연율을 감소시키고, 인식과 행동 점수를 높이는 효과를 보였다. 특히 가정과 교육기관을 연계하거나 부모와 자녀가 함께 참여하는 방식은 단독 교육보다 효과가 높았으며, 향후에는 온라인·지역사회 연계형 프로그램 개발과 장기 추적 연구가 필요하다. 그러나 대부분의 연구가 단면적·준실험 설계에 치우쳐 있고, 특정 지역과 연령대에 편중되었으며, 자기보고식 자료에 의존하고 장기 추적이 부족하다는 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 집단과 맥락을 포함하고 객관적 지표를 활용한 체계적이고 지속적인 연구 설계가 요구된다.

4 담배 산업의 방해 전략

해외 담배 산업은 금연구역 확대와 간접흡연 규제를 저지하기 위해 과학적 자문 프로그램 운영, 사회적 수용성 확보 캠페인, 보건위원회 규제 저항 및 법적 대응, 제3자 활용, 공중보건 연구 방해 등 다양한 전략을 전개해 왔다. 필립 모리스(Philip Morris International, PMI)와 브리티쉬 아메리칸 타바코(British American Tobacco, BAT) 등 주요 담배 기업은 학계 전문가와 외곽 단체를 동원해 산업 친화적 정보를 확산하고, 환기 산업과 연계한 ‘흡연자 수용’ 캠페인을 통해 금연정책 도입을 저지했으며, 법적 소송과 입법 개입, 표준 제정 과정 개입, 미디어 여론 조작 등을 통해 규제 권한과 과학적 근거를 약화시켰다. 따라서 이러한 다양한 사례에 대해 구체적으로 어떤 유형의 방해 전략이 어떠한 효과를 초래했는지를 규명하는 실증 연구가 필요하다.

참고문헌

- Akter, S., Rahman, M. M., Rouyard, T., Aktar, S., Nsashiyi, R. S., & Nakamura, R. (2024). A systematic review and network meta-analysis of population-level interventions to tackle smoking behaviour. *Nature Human Behaviour*, 8(12), 2367–2391.
- Allen, J. A., Duke, J. C., Davis, K. C., Kim, A. E., Nonnemaker, J. M., & Farrelly, M. C. (2015). Using mass media campaigns to reduce youth tobacco use: A review. *American Journal of Health Promotion*, 30(2), e71–82.
- Argefa, T. G., Kassa, S. A., & Mdege, N. D. (2022). Second-hand tobacco smoke exposure and smoke-free environments in Ethiopia: A scoping review and narrative synthesis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), Article 8404.
- Ashford, K. B., Hahn, E., Hall, L., Rayens, M. K., & Noland, M. (2009). Postpartum smoking relapse and secondhand smoke. *Public Health Reports*, 124(4), 515–526.
- Ayers, J. W., Hofstetter, C. R., Hughes, S. C., Park, H., Paik, H. Y., Irvin, V. L., Lee, J., Juon, H. S., Latkin, C., & Hovell, M. F. (2010). Smoking on both sides of the Pacific: Home smoking restrictions and secondhand smoke exposure among Korean adults and children in Seoul and California. *Nicotine & Tobacco Research*, 12(11), 1142–1150.
- Barnoya, J., & Glantz, S. A. (2006). The tobacco industry's worldwide ETS consultants project: European and Asian components. *European Journal of Public Health*, 16(1), 69–77.
- Baxi, R., Sharma, M., Roseby, R., Polnay, A., Priest, N., & Waters, E. (2014). Family and carer smoking control programmes for reducing children's exposure to environmental tobacco smoke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD001746.
- Bayer, R., & Bachynski, K. E. (2013). Banning smoking in parks and on beaches: Science, policy, and the politics of denormalization. *Health Affairs*, 32(7), 1291–1298.
- Behbod, B., Sharma, M., Baxi, R., Roseby, R., & Webster, P. (2018). Family and carer smoking control programmes for reducing children's exposure to environmental tobacco smoke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), CD001746.
- Boderie, N. W., Sheikh, A., Lo, E., Sheikh, A., Burdorf, A., vanLenthe, F. J., Mölenberg, F. J. M., & Been, J. V. (2023). Public support for smoke-free policies in outdoor areas and (semi-)private places: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 59, 101982.
- Borrelli, B., Tooley, E. M., & Scott-Sheldon, L. A. J. (2015). Motivational interviewing for parent-child health interventions: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric Dentistry*, 37(3), 254–265.
- Brown, N., Lockett, T., Davidson, P. M., & Di Giacomo, M. (2015). Interventions to reduce harm from smoking with families in infancy and early childhood: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(3), 3091–3119.

- Brown, N., Lockett, T., Davidson, P. M., & DiGiacomo, M. (2017). Family-focused interventions to reduce harm from smoking in primary school-aged children: A systematic review of evaluative studies. *Preventive Medicine*, 101, 117-125.
- Brown, T. J., Gentry, S., Bauld, L., Boyle, E. M., Clarke, P., Hardeman, W., Holland, R., Naughton, F., Orton, S., Ussher, M., & Notley, C. (2020). Systematic review of behaviour change techniques within interventions to reduce environmental tobacco smoke exposure for children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7731.
- Chapman, S., & Penman, A. (2003). "Can't stop the boy": Philip Morris' use of Healthy Buildings International to prevent workplace smoking bans in Australia. *Tobacco Control*, 12(Suppl 3), iii107-iii112.
- Daly, J.B., Mackenzie, L. J., Freund, M., Wolfenden, L., Roseby, R., & Wiggers, J. H. (2016). Interventions by health care professionals who provide routine child health care to reduce tobacco smoke exposure in children: A review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 170(2), 138-147.
- Dearlove, J. V., & Glantz, S. A. (2002). Boards of health as venues for clean indoor air policy making. *American Journal of Public Health*, 92(2), 257-265.
- Dherani, M., Zehra, S. N., Jackson, C., Satyanaryana, V., Huque, R., Chandra, P., Rahman, A., & Siddiqi, K. (2017). Behaviour change interventions to reduce second-hand smoke exposure at home in pregnant women: A systematic review and intervention appraisal. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 17(1), 378.
- Dilliot, D., Fazel, S., Ehsan, N., & Sibbald, S.L. (2020). The attitudes and behaviors of students, staff and faculty towards smoke-free and tobacco-free campus policies in North American universities: A narrative review. *Tobacco Prevention & Cessation*, 6, Article 47.
- Ferris, E., Cummins, C., Chiswell, C., & Jones, L. L. (2021). A mixed-methods systematic review and synthesis of secondary care interventions to reduce secondhand smoke exposure among children and young people. *Nicotine & Tobacco Research*, 23(4), 643-653.
- Galiatsatos, P., Koehl, R., Caufield-Noll, C., Brigham, E., Leone, F. T., Eakin, M., Hansel, N. N., Rand, C., & McCormack, M. (2020). Proposal for smoke-free public housing: A systematic review of attitudes and preferences from residents of multi-unit housing. *Journal of Public Health Policy*, 41(4), 496-514.
- Gould, G. S., McEwen, A., Watters, T., Clough, A. R., & van der Zwan, R. (2013). Should anti-tobacco media messages be culturally targeted for Indigenous populations? A systematic review and narrative synthesis. *Tobacco Control*, 22(4), e7.
- Guttman, N., & Salmon, C. T. (2004). Guilt, fear, stigma and knowledge gaps: Ethical issues in public health communication interventions. *Bioethics*, 18(6), 531-552.
- Hassanein, Z. M., Nalbant, G., Langley, T., Murray, R. L., Bogdanovica, I., & Leonardi-Bee, J. (2022).

- Experiences and views of parents on the prevention of second-hand smoke exposure in Middle Eastern countries: A qualitative systematic review. *JB I Evidence Synthesis*, 20(8), 1969-2000.
- Hovell, M. F., & Hughes, S. C. (2009). The behavioral ecology of secondhand smoke exposure: A pathway to complete tobacco control. *Nicotine & Tobacco Research*, 11(11), 1254-1264.
- Kaur, J., Farley, A., Jolly, K., & Jones, L. L. (2019). Primary care healthcare professionals' knowledge, attitudes, and practices towards promoting the reduction of children's secondhand smoke exposure: A mixed-methods review and synthesis. *Nicotine & Tobacco Research*, 21(4), 398-408.
- Kim, C. Y., Lee, K., Lee, C. M., Kim, S., & Cho, H. J. (2022). Perceived relative harm of heated tobacco products and electronic cigarettes and its association with use in smoke-free places: A cross-sectional analysis of Korean adults. *Tobacco Induced Diseases*, eCollection 2022, Article 145699.
- Lee, H., & Paek, H. J. (2014). Roles of guilt and culture in normative influence: Testing moderated mediation in the anti-secondhand smoking context. *Psychology, Health & Medicine*, 19(1), 14-23.
- Lee, S. R., Cho, A. R., Lee, S. Y., Cho, Y. H., Park, E. J., Kim, Y. J., & Lee, J. G. (2019). Secondhand smoke knowledge, sources of information, and associated factors among hospital staff. *PLoS ONE*, 14(1), e0210981.
- Lim, C. C., Rutherford, B., Gartner, C., McClure-Thomas, C., Foo, S., Su, F. Y., Scheurer, R., Sebayang, S., Chan, G., Stjepanović, D., Fausiah, F., Farassania, G., & Leung, J. (2024). A systematic review of second-hand smoking mass media campaigns (2002-2022). *BMC Public Health*, 24(1), Article 693.
- Lupton, J. R., & Townsend, J. L. (2015). A systematic review and meta-analysis of the acceptability and effectiveness of university smoke-free policies. *Journal of American College Health*, 63(4), 238-247.
- Melvin, C., & Gaffney, C. (2004). Treating nicotine use and dependence of pregnant and parenting smokers: An update. *Nicotine & Tobacco Research*, 6 Suppl 2, S107-124.
- Muggli, M. E., Hurt, R. D., & Blanke, D. D. (2003). Science for hire: A tobacco industry strategy to influence public opinion on secondhand smoke. *Nicotine & Tobacco Research*, 5(3), 303-314.
- Nwosu, C., Angus, K., Cheeseman, H., & Semple, S. (2020). Reducing secondhand smoke exposure among nonsmoking pregnant women: A systematic review. *Nicotine & Tobacco Research*, 22(12), 2127-2133.
- O'Donnell, R., Angus, K., McCulloch, P., Amos, A., Greaves, L., & Semple, S. (2019). Fathers' views and experiences of creating a smoke-free home: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5164.
- Park, E., Cho, S., Seo, H. G., Kim, Y., Jung, H. S., Driezen, P., Ouimet, J., Quah, A. C. K., & Fong, G. T. (2019). Attitudes of Korean smokers towards smoke-free public places: Findings from the longitudinal ITC Korea Survey, 2005-2010. *BMJ Open*, 9, e025298.

- Passey, M. E., Longman, J. M., Adams, C., Johnston, J. J., & Brennan, E. (2016). Smoke-free homes: What works? A systematic review of initiatives to promote smoke-free homes. *BMJ Open*, 6(3), e010260.
- Priest, N., Roseby, R., Waters, E., Polnay, A., Campbell, R., Spencer, N., & Webster, P. (2008). Family and carer smoking control programmes for reducing children's exposure to environmental tobacco smoke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), CD001746.
- Roseby, R., Waters, E., Polnay, A., Campbell, R., Webster, P., & Spencer, N. (2003). Family and carer smoking control programmes for reducing children's exposure to environmental tobacco smoke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2003(3), Article CD001746.
- Rosen, L. J., Ben Noach, M., Winickoff, J. P., & Hovell, M. F. (2012). Parental smoking cessation to protect young children: A systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 129(1), 141-152.
- Rosen, L. J., Myers, V., Winickoff, J. P., & Kott, J. (2015). Effectiveness of interventions to reduce tobacco smoke pollution in homes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 16043-16059.
- Sebrié, E. M., & Glantz, S. A. (2007). "Accommodating" smoke-free policies: Tobacco industry's Courtesy of Choice programme in Latin America. *Tobacco Control*, 16(5), e6.
- Stevenson, L., Campbell, S., Bohanna, I., Gould, G. S., Robertson, J., & Clough, A. R. (2017). Establishing smoke-free homes in the indigenous populations of Australia, New Zealand, Canada and the United States: A systematic literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1382.
- Tong, E. K., & Glantz, S. A. (2004). ARTIST (Asian regional tobacco industry scientist team): Philip Morris' attempt to exert a scientific and regulatory agenda on Asia. *Tobacco Control*, 13(Suppl 2), ii118-ii124.
- Tong, V. T., Dietz, P. M., Rolle, I. V., Kennedy, S. M., Thomas, W., & England, L. J. (2015). Clinical interventions to reduce secondhand smoke exposure among pregnant women: A systematic review. *Tobacco Control*, 24(3), 217-223.
- Trotter, L., & Chapman, S. (2003). "Conclusions about exposure to ETS and health that will be unhelpful to us": How the tobacco industry attempted to delay and discredit the 1997 Australian National Health and Medical Research Council report on passive smoking. *Tobacco Control*, 12(Suppl 3), iii102-iii106.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2014). The health consequences of smoking—50 years of progress: A report of the Surgeon General. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- Vanzi, V., Marti, F., & Cattaruzza, M. S. (2023). Thirdhand smoke knowledge, beliefs and behaviors among parents and families: A systematic review. *Healthcare*, 11(17), 2403.

- World Health Organization. (2008). Guidelines for implementation of Article 8 of the WHO Framework Convention on Tobacco Control: Protection from exposure to tobacco smoke. World Health Organization.
- Yildirim-Ozturk, E. N., Uyar, M., & Ozturk, M. (2024). Determining the prevalence of people's knowledge that third-hand smoke is harmful to health: A meta-analysis study. *Public Health Nursing*, 41(4), 836-844.
- Zhang, L., Hsia, J., Tu, X., Xia, Y., Zhang, L., Bi, Z., Liu, H., Li, X., & Stanton, B. (2015). Exposure to secondhand tobacco smoke and interventions among pregnant women in China: A systematic review. *Preventing Chronic Disease*, 12, E35.
- Zhou, L., Niu, L., Jiang, H., Jiang, C., & Xiao, S. (2016). Facilitators and barriers of smokers' compliance with smoking bans in public places: A systematic review of quantitative and qualitative literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(12), 1228.
- Zhou, Y.H., Mak, Y.W., & Ho, G. W.K. (2019). Effectiveness of interventions to reduce exposure to parental secondhand smoke at home among children in China: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 107.
- 강류교, 이수진, & 김연하. (2017). 흡연부모 초등학생을 위한 간접흡연예방 프로그램 개발 및 효과. *한국학교보건학회지*, 30(1), 29-39.
- 강정석, & 박하연. (2015). 건강 위험 지각과 흡연자의 부정적 이미지가 흡연 관련 죄책감에 미치는 영향. *감성과학*, 18(4), 99-108.
- 권기남, 민하영, & 윤충식. (2005). 유아의 간접 흡연에 대한 부모의 지식과 태도 그리고 대처행동. *아동학회지*, 26(4), 101-112.
- 김명수, & 김윤희. (2012). 간접흡연 노출에 대한 비흡연 대학생의 주장행위에 관한 연구. *한국산학기술학회논문지*, 13(11), 5187-5195.
- 김범호. (2022). 남성 흡연자들의 금연에 대한 관심과 간접흡연의 타인에 대한 위해성 인식과의 관련성. *한국산학기술학회논문지*, 23(2), 229-237.
- 김은경, & 추진아. (2011). 건강신념모형에 기반한 간접흡연 노출시 담배를 꺼달라고 요청하는 대학생의 주장행위 관련요인, *Korean Journal of Health Promotion*, 11(3), 160-168.
- 김은경, 채영란, 정윤희, & 박은하. (2016). 혈관질환자의 간접흡연 노출 시 흡연중단에 대한 주장행위 관련 요인. *기초간호자연과학회지*, 18(1), 27-35
- 김은경. (2016). 간접흡연 노출 시 담배를 꺼달라는 주장행위 영향 요인: 천식환자를 중심으로. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 18(5), 2773-2785
- 김정미, & 김현영(2020). 유아기 간접흡연예방 가정연계교육 프로그램의 효과. *디지털융복합연구*, 18(7), 411-419.
- 김정미. (2012). 유아를 위한 간접흡연 예방 교육프로그램의 적용 효과. *열린유아교육연구*, 17(5), 309-324.
- 김지민, & 조홍준. (2021). 한국 성인에서 가열담배 사용 이유. *대한금연학회지*, 12(2), 53-63

- 김흥주, 이은주, & 이강래. (2015). 자치단체 흡연구제정책 대상 집단의 불응에 관한 연구: 서울시의 길거리 흡연구제를 중심으로. 지방정부연구, 19(2), 83-111.
- 박민아, 김미예, & 하영선. (2014). 청소년 간접흡연 예방 프로그램의 개발 및 효과. 지역사회간호학회지, 25(1), 44-53.
- 박지현, 이보우, 김현주, 이무식, & 이진용. (2012). 대전광역시민의 최근 금연정책에 대한 의견: 흡연자와 비흡연자의 인식차이를 중심으로. Korean Journal of Health Promotion, 12(4), 195-202.
- 보건복지부. (2008년 8월 30일). 간접흡연예방 Say No 캠페인 금연공익광고 전개 [보도자료]. https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010300&bid=0027&tag=&act=view&list_no=45269&cg_code=.
- 신성례, 정구철, & 김희수. (2011). 자녀와 학부모의 간접흡연예방 연계교육 프로그램의 효과. 보건교육건강증진학회지, 28(3), 1-15.
- 신호상, & 김진구. (2002). 흡연자와 간접흡연자에 대한 금연교육 효과의 평가에 관한 연구. 한국환경위생학회지, 28(3), 26-33.
- 위소정, 박덕민, 김현진, 박명주, & 홍혜정. (2019). 비흡연 대학생의 전자담배 간접흡연에 대한 흡연태도와 흡연대처행동의 관계. 기초간호자연과학회지, 21(2), 114-122.
- 지영주, & 김윤지 (2021). 흡연경험 청소년의 현재 금연에 영향을 미치는 요인. 아시아태평양융합연구교류논문지, 7(8), 251-260.
- 황지은, & 조성일. (2019). 공동주택 금연구역 지정 만족도. 대한보건연구, 45(3), 47-57.

제7장

공공장소 및 사업장 실내금연정책

I. 개요

II. 공공장소 및 사업장 실내금연정책 및 제도

III. 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과

IV. 공공장소 및 사업장 이외의 금연정책

V. 공공장소 및 사업장 실내금연법의 효과적인 시행을 위한 원칙과 우리나라의 현실

VI. 소결

I 개요

울산대학교 의과대학 조홍준

공공장소 및 사업장 내 실내금연정책은 간접흡연으로부터 비흡연자를 보호하고, 흡연 행태 전반에 변화를 유도하는 가장 효과적인 공중보건 전략 중 하나이다. 실내금연정책은 단순한 개인 행동 규제를 넘어, 건강권 보장과 사회적 환경 조성을 위한 구조적 개입이며, 정책의 설계와 집행 수준에 따라 그 효과의 범위와 강도가 크게 달라질 수 있다. 특히 세계보건기구 담배규제기본협약 제8조는 모든 실내 공공장소, 사업장, 대중교통 등에서의 흡연 금지를 당사국의 의무로 규정하며, 이를 이행하기 위한 법적·제도적 장치를 강조하고 있다.

실내금연정책의 효과는 공기질 개선, 비흡연자의 간접흡연 노출 감소, 흡연자의 흡연행태 변화, 건강 및 경제적 영향 등 다양한 영역에서 입증되어 왔다. 그러나 정책의 범위와 강도, 이행 수준, 사회적 수용도에 따라 효과의 크기에는 차이가 존재하며, 부분적 금연정책보다 포괄적 금연정책이 더 높은 효과를 보인다는 연구 결과가 축적되고 있다. 또한 실내금연정책은 건강의 사회경제적 불평등에도 영향을 줄 수 있기 때문에 정책 시행과 평가 시 형평성 관점을 가져야 한다.

이에 본 장에서는 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 보건학적 근거와 국제적 원칙, 효과 평가 지표와 강도 수준을 개관하고, 국내외 연구를 중심으로 정책의 다차원적 효과를 검토한다. 더불어 아파트 등 다중 주거시설, 승용차, 실외 공간 등 공공장소 이외 영역에서의 금연정책 동향을 살펴보고, 우리나라의 현실과 정책적 시사점을 논의한다. 마지막으로 주요 내용을 요약하고 향후 정책 방향을 제시한다.

II

공공장소 및 사업장 실내금연정책 및 제도

실내금연정책(indoor smoking ban policy)은 흡연자의 담배 사용을 줄이는 다른 담배규제정책과 달리 비흡연자에게 영향을 준다는 점에서 대중의 광범위한 지지를 받을 수 있다. 1980년에 이루어진 두 가지 연구로 간접흡연이 건강에 나쁜 영향을 준다는 사실이 밝혀졌다. 먼저, 비흡연자가 간접흡연에 노출되면 담배입자가 폐로 전달되어 폐기능이 나빠질 수 있다는 것이 밝혀졌다(White & Froeb, 1980). 아울러 일본의 히라야마 교수는 흡연자와 함께 사는 비흡연자 아내의 폐암 위험이 비흡연자 남편과 같이 사는 비흡연자 아내보다 더 높아진다는 사실을 발표하였다(Hirayama, 1981). 1986년 미국 보건부에서 발행한 보건의료총감보고서(Surgeon General's Report, SGR)는 간접흡연 노출이 폐암의 원인이고, 여러 호흡기질환과 연관되어 있다고 발표하였다(U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 1986). 2006년에 발간된 보건의료총감보고서는 간접흡연이 폐암과 심장질환의 원인임이 명백하다고 선언했다(USDHHS, 2006).

간접흡연의 공중보건학적 위험이 알려지면서, 실내금연을 규제하는 법이 만들어지기 시작했다. 미국의 미네소타 주에서는 최초로 포괄적인 실내사업장 금연법이 제정되었고, 1981년까지 미국 36개 주에서 실내흡연을 규제하였다. 1995년 캘리포니아주는 미국 최초로 모든 식당에서 흡연을 금지하였고, 1998년에는 모든 술집도 금연구역으로 정하였다. 2003년 세계보건기구 담배규제기본협약이 제정되면서 공공장소 및 사업장 실내금연정책은 전 세계로 확산되었다(Hyland et al., 2012). 2007년에는 전 세계에서 10개국만 포괄적인 실내금연정책을 시행해서 세계인구의 3%가 이 정책을 적용받았는데, 2025년 현재 79개국 24억 명이 포괄적 실내금연정책의 적용을 받고 있다(WHO, 2025).

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

1 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 보건학적 근거

2006년 미국 보건부에서 발간한 보건의료총감보고서에서는 간접흡연의 건강결과와 이를 관리하기 위한 정책에 관해 다음 <표 7-1>과 같은 6가지 결론을 제시하고 있다(USDHHS, 2006). 이 중 실내금연법과 관련해서 중요한 원칙은 간접흡연 노출의 안전한 농도는 없다는 것과, 비흡연자를 보호하기 위해서는 실내에서 흡연을 완전히 제거해야 한다는 것이다.

<표 7-1> 간접흡연의 건강영향에 대한 주요 결론

1. 간접흡연은 흡연을 하지 않는 성인과 어린이에서 조기사망과 질병을 일으킨다.
2. 간접흡연에 노출된 어린이는 영아돌연사증후군, 급성호흡기감염, 귀 질환, 심한 천식을 일으킨다. 부모의 흡연으로 인해 자식이 호흡기증상을 일으키고, 폐기능이 떨어진다.
3. 간접흡연에 노출된 성인에서 즉각적인 심혈관계 부작용, 관상동맥질환과 폐암이 발생한다.
4. 과학적으로 간접흡연 노출의 안전한 농도는 없다.
5. 많은 성인과 소아가 담배규제 정책의 진전에도 불구하고 가정과 사업장에서 간접흡연에 노출되고 있다.
6. 실내에서 흡연을 완전히 제거해야만 비흡연자를 간접흡연 노출로부터 완전히 보호할 수 있다. 흡연자를 비흡연자와 분리하는 것, 공기 여과, 건물 배기로는 비흡연자를 간접흡연의 노출로부터 보호할 수 없다.

출처: U.S. Department of Health and Human Services. (2006). The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. (원문을 참고하여 재구성함).

2 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 원칙: 세계보건기구 담배규제기본협약

세계보건기구 담배규제기본협약은 공중보건과 관련된 최초의 조약으로 2003년에 채택되었고, 2005년 2월 27일부터 발효되었다. 우리나라는 2003년에 서명하였고, 2005년 5월에 이를 비준하였다. 해당 협약 내 실내금연정책과 관련된 조항은 제8조로(표 7-2), 이를 시행하기 위해 만들어진 가이드라인 중 관련 중요 내용을 발췌하면 <표 7-3>과 같다. 가이드라인에서는 공공장소 및 사업장의 정의를 폭넓게 규정할 것, 모든 실내 공공장소와 사업장의 전면 금연을 강제하는 법률의 제정이 필요하며, 이 법은 집행이 가능하도록 단순하고 명확해야 할 것을 핵심 원칙으로 제시한다.

<표 7-2> 세계보건기구 담배규제기본협약 제8조(담배연기로부터의 보호) 주요 내용

각 당사국은 실내사업장, 대중교통수단, 실내공공장소 및 적절한 경우 다른 공공장소에서의 담배연기 노출로부터 보호하기 위한 효과적인 입법, 행정 조치를 채택하거나 시행하여야 한다.

출처: 국가법령정보센터(n.d.). 담배의 규제에 관한 세계보건기구 기본협약[발효일 2005. 2. 27.] [다자조약, 제1743호, 2005. 8. 19.]. <https://www.law.go.kr/LSW/trtyInfoP.do?vSct=%EB%8B%B4%EB%B0%B0&mode=4&trtySeq=2139>. 2025. 9. 1. 접속.

〈표 7-3〉 담배규제기본협약 제8조 시행을 위한 가이드라인 주요 내용

원칙 1

6. WHO 담배규제기본협약 제8조에 따라 담배연기에의 노출로부터 보호를 위한 효과적인 조치들은 100% 담배연기 없는 환경을 만들기 위해 특정 장소나 환경에서 **흡연과 담배연기를 완전히 없애야 한다**. 담배연기 노출에는 안전한 수준이 없으며 간접흡연의 독성에 대한 한계치와 같은 개념은 과학적 증거와 모순되기 때문에 배제되어야 한다. 100% 담배연기 없는 환경 이외에, **환기, 공기 여과, 지정된 흡연구역(별도의 환기 장치의 유무와 상관없이)** 등의 접근방법은 효과가 없다는 사실이 여러 차례 밝혀졌으며, **공학적인 접근방법으로는 담배연기에의 노출로부터 보호를 하지 못한다는 결정적인 증거가 있다**.

원칙 2

7. 모든 사람은 담배연기에의 노출로부터 보호되어야 한다. **모든 실내 사업장과 실내 공공장소에서는 흡연이 금지되어야 한다**.

원칙 3

8. 담배연기에의 노출로부터 사람들을 보호하기 위해서는 **법 제정이 필요하다**. 자발적인 금연정책이 효과가 없고 적절한 보호를 제공하지 못한다는 사실은 여러 차례 밝혀졌다. 법이 효과적이기 위해서는 **단순하고 명확하며 집행 가능해야 한다**.

18. ‘공공장소’의 정의는 관할지역에 따라 다를 수 있지만 법률상 이를 **가능한 넓게 정의**하는 것이 중요하다. 이 정의는 장소의 소유권이나 접근 권리에 상관없이 대중이 접근 가능한 모든 장소와 단체가 사용할 수 있는 장소를 포함해야 한다.

19. ‘실내’ 장소를 정의하는 데 잠재적인 오류의 위험성이 있기 때문에 이 용어를 정의한 여러 나라의 경험을 고려해야 한다. **정의는 가능하면 포괄적이고 유연해야 하며 장소를 열거하는 방식은 피해야** 하는데, 이는 잠재적으로 ‘실내’장소가 될 수 있는 곳을 제외하는 것으로 이해될 수 있기 때문이다. 실내(또는 ‘밀폐’)는 지붕이나 벽에 사용된 재질에 상관없이, 그리고 그 구조가 영구적인지 일시적인지에 상관없이 **지붕이 있는 공간이나 하나 이상의 벽으로 둘러싸진 공간으로 정의할 것을 권고**한다.

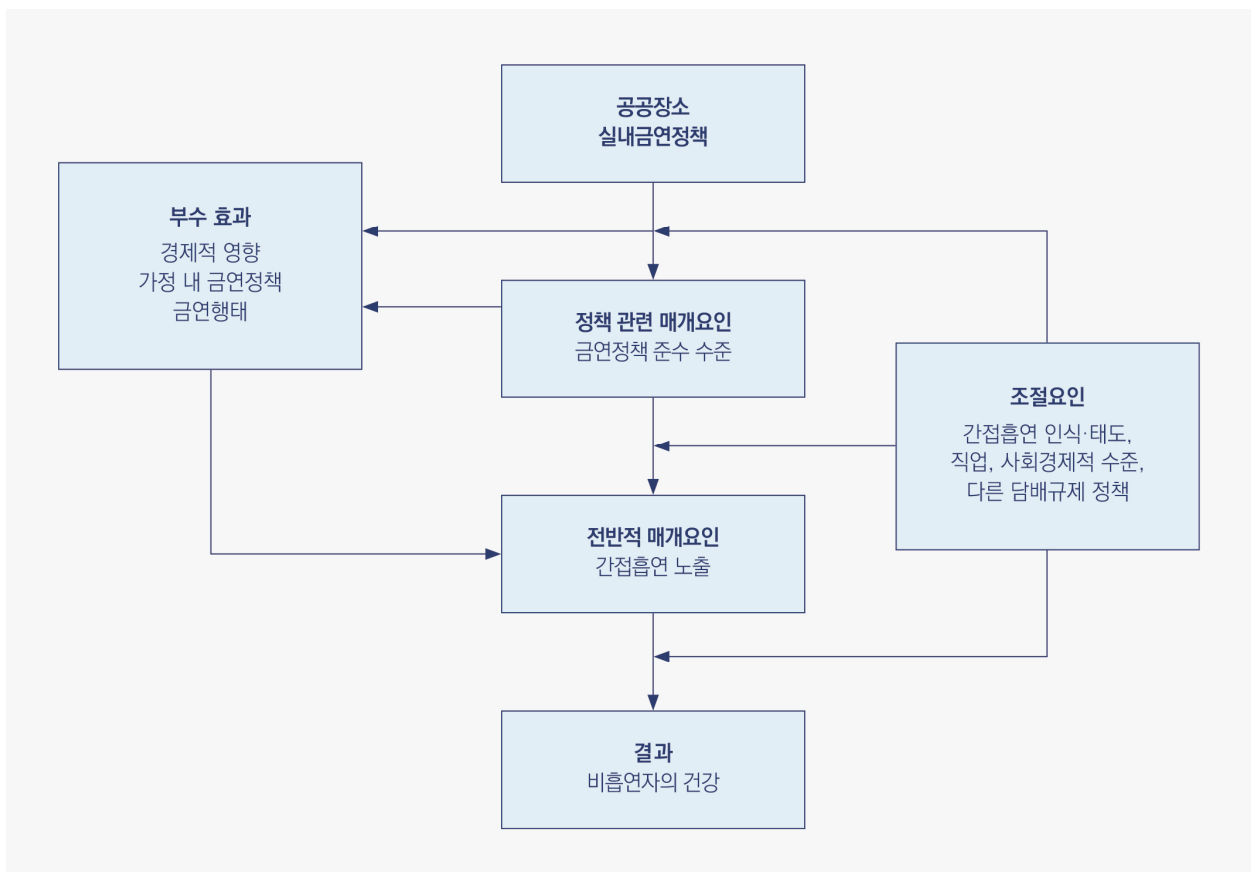
20. ‘사업장’은 ‘사람들이 고용 혹은 작업에 사용되는 공간’으로 광범위하게 정의되어야 한다. 통상적으로 보수가 주어지는 노동뿐만 아니라 자발적인 노동도 포함되어야 한다. 또한, ‘사업장’은 노동이 이루어지는 장소뿐만 아니라 복도, 승강기, 계단, 로비, 연결시설, 간이식당, 화장실, 라운지, 식당, 오두막 및 막사와 같이 노동 과정에서 근로자가 흔히 이용하는 인접 및 관련 장소들도 포함되어야 한다. 작업에 사용되는 운송수단도 사업장이며 이 또한 명시되어야 한다.

22. 대중교통은 보상이나 상업적 이윤을 위해 대중을 운송할 때 사용되는 모든 운송수단으로 정의되어야 한다. 여기에는 택시도 포함될 수 있다.

출처: 한국건강증진개발원. (2020). WHO 담배규제기본협약 15주년 기념자료집.

3 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과 지표

국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)는 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과를 평가하는 틀을 [그림 7-1]과 같이 제시한다(IARC, 2008). 이 틀은 실내금연법을 평가하는 데 중요한 여러 요소를 강조하고 있다. 여기에는 일반 인구집단과 술집 종사자 등 특수 집단의 정책에 대한 지식, 태도, 지지도와 정책의 실제 집행 및 준수 수준이 포함된다. 또한, 공공장소 및 사업장, 나아가 개인 가정에서의 간접흡연 노출 감소 및 공기질 개선 정도를 평가해야 한다. 궁극적으로는 정책 시행 후 간접흡연 노출에 따른 사망률 및 유병률 감소, 흡연율 및 관련 행태의 변화, 그리고 정책이 미치는 경제적 영향까지 종합적으로 분석하는 것이 중요하다(IARC, 2008).



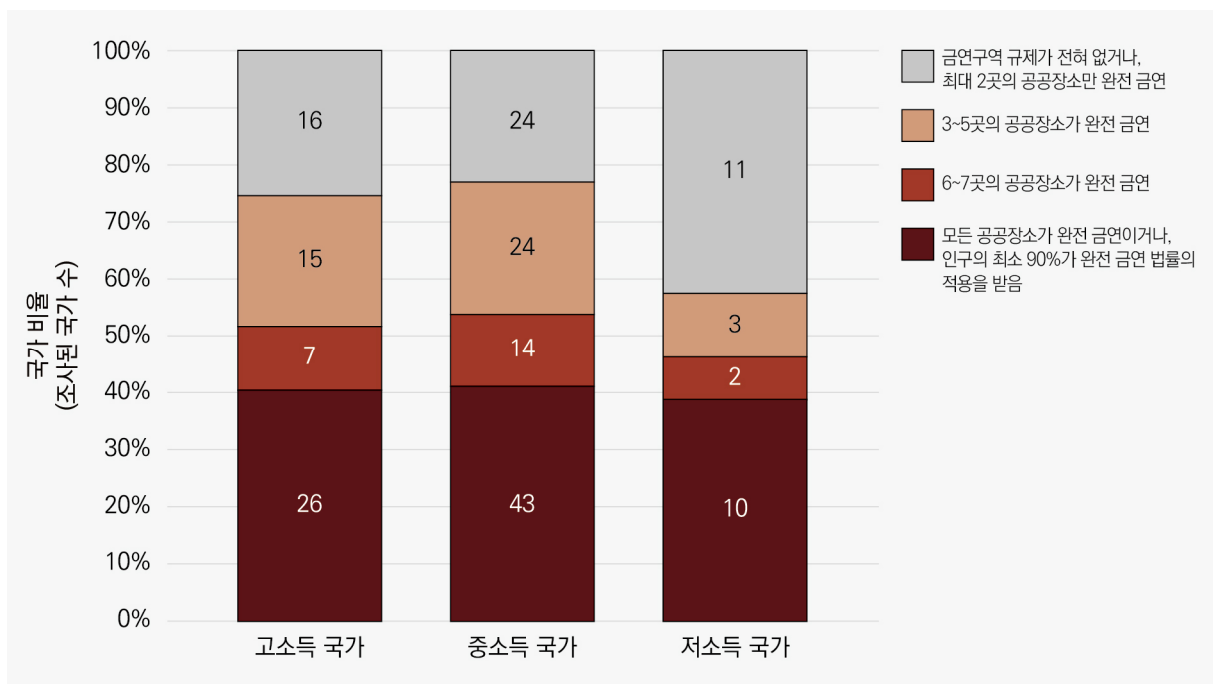
[그림 7-1] 실내금연정책 효과 평가를 위한 개념적 틀

출처: International Agency for Research on Cancer. (2008). IARC handbooks of cancer prevention, tobacco control, Vol. 12: Methods for evaluating tobacco control policies. (원문 그림 5.5를 번역하여 재구성함).

4 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 강도

실내금연정책을 포괄적인 실내금연정책과 부분적 실내금연정책, 또는 완전한 실내금연정책과 불완전한 실내금연정책으로 구분하기도 한다. 각각에 대한 정의는 논문이나 보고서마다 다르지만, 큰 틀에서 보면 모든 실내 공공장소와 사업장을 포괄하고, 별도의 흡연구역과 흡연실을 두지 않는 경우 이를 포괄적 또는 완전한 실내금연정책이라고 정의한다(Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2024).

공공장소 및 사업장 실내금연정책의 강도는 매우 다양하다. 세계보건기구는 실내금연정책 평가 시 최소 8개 장소(정부청사, 교육시설, 의료시설, 대학교, 사업장, 식당, 바와 카페, 대중교통)에서 흡연구역이나 흡연실을 설치하지 않는 ‘완전 금연’을 시행할 때, 이를 가장 높은 수준의 정책수행(best practice)이라고 정의한다(WHO, 2023). 정책수행 수준이 가장 높은 것으로 평가된 국가는 총 79개국이며, 우리나라는 의료시설과 교육 시설에서만 완전 금연을 시행하는 것으로 평가되어 고소득 국가 64개국 중 하위 16개국에 포함, 전체 195개국 중에서는 하위 51개국에 포함되어 있다(그림 7-2)(WHO, 2025).



[그림 7-2] 국가 소득 수준에 따른 실내금연법 강도 (2024)

출처: World Health Organization. (2025). WHO report on the global tobacco epidemic, 2025: Warning about the dangers of tobacco. (원문을 참고하여 재구성함).

Ⅲ 공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과

1 실내공기의 질 개선

공공장소 및 사업장 실내금연정책의 일차적인 목적은 이 장소에서 일하거나 활동하는 비흡연자를 흡연자의 담배연기로부터 보호하는 것이다(Callinan et al., 2010). 따라서, 실내금연법 시행 이후 실내공기질 개선 효과는 중요한 평가 지표의 하나로, 실내금연정책의 실내공기질 개선 효과는 명확하다. 2010년 8개의 연구를 종합한 연구에서 8개 연구 모두 실내금연 시행 후 니코틴, 먼지, 벤젠, 미세먼지 농도가 현저하게 감소하였다(Callinan et al., 2010).

실내금연정책을 가장 포괄적으로 평가한 스코틀랜드에서 이루어진 연구에 의하면 포괄적인 실내금연법 시행 이후 술집 내부의 공기질이 크게 개선되었으며, 술집 내 초미세먼지 농도는 대기 농도와 비슷한 수준으로 개선되었다(Semple et al., 2007).

우리나라에서 2013년 식당 및 술집에서의 실내금연정책을 평가한 연구에서, 법 시행 이전과 비교했을 때 법 시행 대상인 대형 식당과 술집에서는 공기 중 초미세먼지(PM2.5) 농도, 종사자의 소변 코티닌, NNAL 농도, 감각 증상이 감소한 반면, 법 시행 대상이 아닌 소규모 식당에서는 이런 변화가 나타나지 않았다(Kim et al., 2015).

결론적으로 대부분의 연구에서 실내금연정책의 시행으로 공공장소와 사업장의 공기의 질은 명백하게 개선됨을 확인하였다.

2 비흡연자의 간접흡연 노출 감소

Hopkins 등(2001)은 분석에 포함된 10개의 연구 중 9개에서 간접흡연 노출 감소가 일어났다고 보고했다. 이 중 4개 연구는 간접흡연의 생물학적 지표를 측정하였는데, 실내금연정책 시행 6-12개월 후 간접흡연 지표 농도 감소의 중앙값 감소율은 72%였고 감소 범위는 44-97%이었다. 6개의 연구는 자기보고 간접흡연 노출에 대해 8번의 측정값을 제공했는데, 실내금연정책 시행 4-12개월 후 자기보고 간접흡연 농도 감소의 중앙값은 60%였으며 감소 범위는 4-94%이었다. 간접흡연 노출 감소의 정도는 실내흡연을 금지한 경우가 실내 흡연을 제한한 경우보다 더 높은 경향을 보여주었다(Hopkins et al., 2001).

Callinan 등(2010)이 시행한 코크란 리뷰는 실내금연법의 간접흡연 노출에 대한 영향을 분석하기 위해 31개의 연구를 포함하였다. 모든 연구에서 간접흡연 노출이 줄어들었다고 보고했다. 실내금연법 시행 이후 간접흡연 노출시간은 71-100%가 감소했고, 간접흡연에 노출된 사람의 비중도 22-85% 감소하였다. 노출감소는接客업 종사자에서 더 크게 나타났다(Callinan et al., 2010). 캐나다 토론토에서 시행된 연구에서 실내금연법 시행

이후 포괄적인 실내금연법의 적용을 받는 비흡연자의 간접흡연 노출시간은 95% 이상 감소하였다(Bondy et al., 2009).

타액 코티닌을 측정한 12개의 연구에서, 코티닌 농도는 39-89% 감소하였다. 흡연자의 코티닌을 측정한 5개의 연구 중 2개의 연구에서, 비흡연자에서 보다는 적지만 흡연자에서도 코티닌 농도가 감소하였다. 이는 실내금연법이 비흡연자뿐만 아니라 흡연자의 간접흡연 노출도 줄여주는 것을 시사한다(Callinan et al., 2010).

Rashiden 등(2020)은 사업장 실내금연정책의 효과를 평가하였는데, 14개 연구를 종합하였을 때 실내금연 정책 도입 이후에도 노동자의 29%(95% CI 0.23-0.36)는 간접흡연에 노출되고 있다고 하였으며, 특히 접객업에 종사하는 남성에서 간접흡연에 더 많이 노출되었다(Rashiden et al., 2020). 실내금연법이 시행된 이후에도 사업장에서 실내금연정책이 완전히 실행되지 않고 있으며, 따라서 효과를 지속적으로 모니터링하고 집행계획을 세우는 것이 중요하다는 사실을 보여준다.

공공장소 및 사업장 실내금연정책으로 인해 흡연장소가 가정으로 이동해서 가정 내 흡연이 증가하고, 이로 인해 아동의 간접흡연 노출이 증가할 수도 있다는 우려가 있었다. 그러나, 이런 우려는 사실이 아니었다. 15개 연구를 종합한 Nanninga 등(2018)의 체계적 문헌고찰에 의하면, 실내금연정책 도입 이후 가정 내에서 아동의 간접흡연 노출은 오히려 평균 28% 감소하였다(RR=0.72, 95% CI 0.62-0.83)(Nanninga et al., 2018). 이는 공공장소 실내금연법 시행 후, 가정 내에서 자발적으로 흡연을 제한하는 가정이 더 늘어났거나 또는 안정적인 상태를 유지한다는 연구에서 잘 나타난다(Monson & Arsenault, 2017). 실내금연법의 시행이 개인공간인 가정 내에서의 흡연에 대한 사회적 규범을 바꾸게 된다는 것이다.

부분 실내금연이 시행된 2017년에 이루어진 국내 연구에서는 완전 실내금연, 부분 실내금연, 흡연 허용 장소에서 각각 측정한 연구대상자의 간접흡연 노출 측정 지표(예: 모발, 소변 코티닌, 소변 NNAL(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanol), 먼지 중 NNK(4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone) 농도 등)가 완전 실내금연 장소에서 모두 낮게 나타났으며, 흡연실을 허용하는 부분 실내금연의 경우 흡연 허용 장소와 큰 차이가 없었다(Park et al., 2021). 청소년의 간접흡연 노출에 대한 국내 연구에 의하면 2011년 학교, 유치원, 의료기관의 전면 실내금연정책 도입이 특히 남자 청소년의 간접흡연 노출을 유의하게 감소시켰다(Kim et al., 2024).

국내외 연구를 종합할 때 실내금연정책의 간접흡연 노출 감소 효과는 성인과 청소년, 어린이 모두에서 명확하다. 공공장소 및 작업장에서의 실내금연정책 시행은 오히려 가정 내에서의 간접흡연 노출도 감소시키는 효과를 나타냈다.

3 흡연 행동 개선

가. 전반적 개선

2015년에 시행된 우산 문헌고찰(Umbrella review)의 대상 연구 대상 문헌의 대부분에서 흡연율과 흡연량의 감소, 금연율의 증가를 보여주었다(Hoffman & Tan, 2015). 대상 문헌 중 Hopkins 등(2010)의 연구에 따르면, 21개의 연구를 종합했을 때 실내금연법의 흡연율 감소 효과의 중앙값은 3.4%p이었다. 11개의 연구를 종합하였을 때, 실내금연정책 시행 후 금연율은 6.4%p 증가하였다. 이를 상대적인 변화로 표시하면 45%p가 증가한 것이다. 또한 실내금연법 시행으로 금연시도가 4.1%p 증가하였다. 이를 상대적인 변화로 표시하면 7.4%p가 증가한 것이다. 29개 연구를 종합하였을 때 흡연량 감소의 중앙값은 하루 2.2개비였다(Hopkins et al., 2010). 2016년의 코크란 리뷰에서는 일부 연구가 실내금연법으로 인한 흡연율 감소의 증거를 보여주었으나, 많은 연구에서 흡연율의 변화나 흡연율 감소율의 변화를 보여주지 못하였다(Frazer et al., 2016). 그러나, Akter 등(2024)에 의하면 실내금연법은 금연의도, 금연시도, 금연율을 증가시키지는 못하였으나, 흡연율은 19% 감소시켰다고 했다(OR=0.81, 95% CI 0.74-0.88)(Akter et al., 2024).

2003년 대형빌딩에 도입된 실내금연정책의 효과를 분석한 국내 연구에 따르면 완전실내금연 사업장에서 근무하는 노동자가 실내금연정책 미도입 사업장 근무 노동자에 비해 흡연율은 6.4%(95% CI -1.19 -0.86), 흡연량은 하루 3.7개비(95% CI -5.2 -2.3) 더 낮았다고 보고되었으나, 이는 단면연구 결과라는 한계를 가진다(Kim, 2009).

결론적으로, 실내금연법의 금연율, 금연시도, 흡연율 감소에 대한 효과는 연구에 따라 차이가 있지만 대부분의 연구에서 금연행동을 증가시키고, 흡연율은 낮추는 경향을 보여주었다.

나. 장소별 개선

코크란 리뷰에 따르면 병원에서 실내금연정책이 시행된 경우 병원 종사자의 흡연율이 25% 감소하였으며(RR=0.75, 95% CI 0.69-0.81), 대학 구내에서의 금연정책이 시행된 경우 흡연율이 28% 감소되었다(RR=0.72, 95% CI 0.64-0.80)(Fraser et al., 2016). 그러나, 교도소에서의 실내금연정책 시행 이후 교도소 직원과 수감자 모두에서 유의한 흡연율 감소가 나타나지 않았다(RR=0.99, 95% CI 0.84-1.16)(Fraser et al., 2016).

특정 기관 특히, 병원과 대학에서의 실내금연정책은 그 기관 종사자의 흡연율을 낮출 가능성이 높음을 보여주었다.

4 건강영향 개선

가. 호흡기 및 감각기 증상

2010년에 이루어진 코크란 리뷰에 의하면 포괄적인 실내금연정책은 간접흡연 노출로 인해 발생하는 감각기 증상이나 호흡기증상을 감소시켰다(Callinan et al., 2010).

스코틀랜드에서 술집 종사자의 호흡기증상은 실내금연법 시행 이전 69%에서 시행 이후 57%로 유의하게 감소하였다. 천식, 호흡곤란, 기침, 가래 등 모든 호흡기증상이 유의하게 감소하였다. 감각기 증상도 실내금연법 시행 이전 75%에서 시행 이후 64%로 유의하게 감소하였다. 인후 증상을 제외한 눈과 코의 자극증상이 유의하게 감소하였다(Ayres et al., 2009).

나. 심뇌혈관질환

Meyers 등(2009)은 10개의 연구를 종합하여 실내금연법 시행으로 급성심근경색의 위험이 17% 감소했다고 보고하였다(95% CI 0.75-0.92). 감소 효과는 나이가 젊은 연령층과 비흡연자에서 더 크게 나타났고, 정책 시행 후에 지속적으로 감소하여 3년이 지난 시점에서 감소율은 26%에 달했다(Meyers et al., 2009).

Lin 등(2013)은 18개 연구를 종합하여 실내금연법이 급성심근경색증 발생을 13% 감소시킨다고 보고하였으며(95% CI 0.84-0.91), 흡연율 감소가 클수록 급성심근경색증 감소 효과가 더 크다고 보고하였다. 이는 급성심근경색증 발생 감소가 흡연율 감소로 인한 것임을 시사한다(Lin et al., 2013).

Jones 등(2014)은 31개의 연구를 종합한 메타분석에서 실내금연법 시행 이후 급성관상동맥질환 입원이 상대위험도 0.88(95% CI 0.85-0.90)로 나타나 약 12% 감소하였다고 보고하였다. 포괄적 실내금연법이 시행된 지역에서는 상대위험도 0.86(95% CI 0.83-0.89)로 약 14% 감소하였고, 부분적 실내금연법이 시행된 지역에서는 상대위험도 0.92(95% CI 0.85-0.98)로 약 8% 감소하였다. 또한 급성관상동맥질환 감소 효과는 정책 시행 후 흡연율 감소 폭이 큰 지역에서 더 크게 나타났다(Jones et al., 2014).

2016년 코크란 리뷰에 따르면 유럽 12개국, 터키, 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드, 홍콩, 아르헨티나, 파나마, 우루과이 등에서 시행된 44개 연구 중 43개에서 급성심근경색과 급성관상동맥증후군을 평가하였는데, 이 중 33개 연구에서 실내금연법 시행이 급성심근경색과 급성관상동맥증후군 발생과 유의한 관계가 있었다. 그리고 6개의 연구에서 실내금연법과 뇌졸중 발생률을 평가하였으며, 그중 5개의 연구에서 실내금연법 시행이 뇌졸중 발생 감소와 유의한 관련성이 있었다(Frazer et al., 2016).

15개의 연구를 종합한 Chua 등(2025)에 의하면 사업장, 식당, 술집 등을 모두 포함하는 포괄적 실내금연은 뇌졸중으로 인한 입원을 8.2% 감소시킨다고 보고했다(RR=0.92, 95% CI 0.87-0.97)(Chua et al., 2025).

이와 같이 실내금연법이 심근경색, 뇌졸중 등의 심혈관질환의 위험을 감소시키는 경향이 거의 모든 연구에서 일관되게 나타났다.

다. 호흡기질환

2016년 수행된 코크란 리뷰에 따르면 11개의 연구 중 6개의 연구에서 실내금연정책 도입 후 만성폐쇄성폐질환으로 인한 입원의 유의한 감소가 있었으며, 12개의 연구 중 7개 연구에서 천식 입원의 유의한 감소가 있었다(Frazer et al., 2016).

Akter 등(2023)은 8개의 연구를 종합하였을 때 실내금연법이 호흡기질환이나 호흡기증상의 발현을 17%(95% CI 0.67–1.03) 감소시켰으나 유의하지는 않았다고 보고하였다. 그러나, 호흡기질환으로 인한 사망을 포함하면 유의하게 나타났다(OR=0.83, 95% CI 0.72–0.96)(Akter et al., 2023).

대부분의 연구에서 실내금연법은 호흡기질환의 발생이나 사망을 감소시키는 방향으로 나타났다.

라. 주산기질환과 어린이 건강

Been 등(2014)은 유럽과 북미에서 이루어진 11개의 연구를 종합했을 때 실내금연정책은 조산의 위험을 10.4%(95% CI -18.8--2.0), 천식으로 인한 입원을 10.1%(95% CI -15.2--5.0) 감소시켰음을 보고했다. 다만, 저체중 출산은 유의한 효과를 보여주지 못하였다(-1.7%, 95% CI -5.1–1.6). 그러나, 2016년 코크란 리뷰에서는 7개의 연구를 분석한 결과, 연구 방법론의 한계로 인해 실내금연법이 건강 개선의 직접적인 원인이라고 단정하기는 어렵다고 결론 내렸다(Frazer et al., 2016).

Akter 등(2023)은 9개의 연구를 메타분석하여 실내금연법이 주산기사망과 저체중, 조산, 부당경량아 등 출산 부작용의 위험을 6% 줄인다고 보고하였다(Akter et al., 2023).

실내금연법이 각각의 주산기 건강문제를 낮추는지에 관해서는 연구 간 일관된 결과를 보여주지 못하고 있으나, 이들 결과를 종합한 경우 작지만 유의한 결과를 보여주었다.

마. 사망률

Frazer 등(2016)에서는 포함한 11개의 관련 연구 중 8개의 연구에서 실내금연과 심혈관질환 및 호흡기질환과 같은 흡연 관련 질환으로 인한 사망률 감소 간의 연관성이 발견되었다(Frazer et al., 2016). 다른 연구에서는 실내금연법 도입이 총사망률과 뇌졸중의 사망률 감소와도 연관성이 있었다(Stallings-Smith et al., 2013). 그러나, Chua 등(2025)에 의하면 실내금연정책이 뇌졸중으로 인한 사망률을 1.3% 감소시켰으나, 유의한 차이는 아니었다고 하였다(Chua et al., 2025).

결론적으로 실내금연법이 심혈관질환이나 호흡기질환 등 흡연과의 관련성이 높은 질환의 사망률 감소와 관련성이 있으나, 뇌졸중이나 총사망과는 모든 연구에서 연관성이 나타나지는 않았다.

5 경제적 효과

56개의 연구를 종합한 Cornelsen 등(2014)의 연구에 의하면 실내금연법의 시행과 접객업 전체의 매출, 고용 간에는 아무런 연관성이 없었다. 오히려 전체 소매 매출에서 접객업 매출이 사용하는 비중은 증가하였다. 다만 접객업 내부에서는 약간의 차이가 있었는데, 술집의 매출은 줄어들고, 이것이 다른 부문으로 이전되는 효과가 나타났다(Cornelsen et al., 2014).

우리나라에서 2013부터 2015년까지 점진적으로 이루어진 식당과 술집 실내금연정책의 효과를 파악하기 위해 2012-2015년간 식당의 카드 매출을 대상으로 분석한 연구에서, 실내금연법의 시행은 식당의 카드 매출에 부정적인 영향을 주지 않았다고 보고되었다(Noh et al., 2020). 또한, 서울의 3개 구 23개 동에서 정책 시행 이전인 2017년과 시행 이후인 2018년의 당구장 카드 매출을 비교한 연구에서에 따르면 매출은 정책 시행 이전과 전후 간 유의한 차이가 없었다(Noh et al., 2024).

실내금연정책의 시행은 접객업의 고용과 매출에 부정적인 영향을 주지 않았다. 오히려 접객업 매출의 비중이 증가하는 경향을 보여주었다.

6 건강 불평등

Main 등(2008)은 인구집단 차원의 담배규제 정책이 사회적 불평등에 미치는 영향을 검토한 종설에서, 실내금연정책이 사회경제적 불평등을 악화시키는지 또는 완화하는지에 대해 명확한 결론을 내리기 어렵다고 보고하였다(Main et al., 2008). 그러나, 담배규제 정책의 사회경제적 불평등 효과에 관한 종설에서 Smith 등(2020)은 실내금연법에 관한 17개 연구 중 불평등을 악화시킨 연구는 7개, 개선하는 연구는 1개였고, 8개의 연구는 일관적이지 않은 결과를 나타냈다고 했다. 즉, 실내금연법이 흡연의 사회경제적 불평등을 악화시키는 경향이 있음을 시사하였다(Smith et al., 2020).

Nanninga 등(2019)에 의하면 공공장소 실내금연법은 가정 내에서 어린이의 간접흡연 노출의 사회경제적 불평등을 악화시키지는 않았다고 했다. 대부분의 연구에서는 가족의 사회경제적 위치와 상관없이 가정 내에서의 간접흡연 노출이 감소하였다. 8개의 연구 중 3개의 연구에서는 공공장소 실내금연법이 어린이의 간접흡연 노출의 사회경제적 불평등에 영향을 주지 않았으며, 4편의 연구에서는 사회경제적 불평등을 개선하는 효과가 있었으나 개선 효과의 크기는 아주 작았다. 한편, 대상 문헌 중 한 연구에서는 실내금연법이 어린이 간접흡연의 사회경제적 불평등을 악화시켰다(Nanninga et al., 2019).

우리나라에서는 실내금연법이 사회경제적 불평등에 대한 직접적인 효과를 보여주는 연구는 없다. 다만, 2008년에서 2018년 사이 국내 성인의 간접흡연 노출은 크게 줄었으나, 사회경제적 불평등, 특히 교육수준에 따른 간접흡연 노출의 불평등은 악화되었다(Kang et al., 2021). 우리나라 청소년에서도 2006년에서 2020년까지 부모의 교육수준에 따른 가정 내 간접흡연 노출의 불평등이 악화되었다(Kim et al., 2023).

실내금연정책이 전체적인 간접흡연 노출을 감소시키는 효과는 명확하지만, 정책을 어떻게 설계하느냐에 따라 사회경제적 불평등에 미치는 영향은 달라질 수 있다. 우리나라와 같이 규모가 큰 공공장소와 사업장, 식당에 대해서 우선적으로 실내금연정책을 시행하는 경우 불평등이 심화될 가능성이 있다.

7 포괄적 및 부분적 실내금연정책의 효과

가. 실내공기질과 간접흡연 노출

Hopkins 등(2001)은 12개의 연구를 종합하였을 때 간접흡연 노출 감소의 정도는 실내흡연을 금지한 경우가 실내 흡연을 제한한 경우보다 더 높은 경향을 보여준다고 하였다(Hopkins et al., 2001).

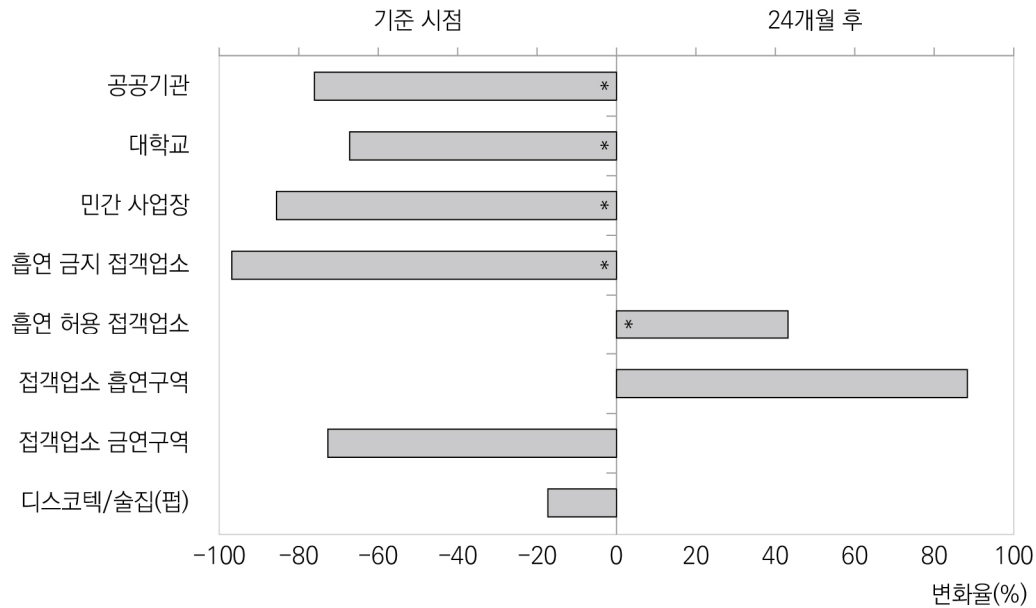
부분적 실내금연을 시행한 스페인에서 실내금연이 완전히 금지된 식당과 술집의 공기 중 니코틴 농도는 $2.95\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2.23-4.07)에서 법 시행 2년 후에 $0.11\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.06-0.40)으로 크게 감소하였으나, 흡연이 허용되는 식당과 술집에서는 니코틴 농도가 $7.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2.00-11.78)에서 $10.12\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.77-18.00)로 증가하였다(표 7-4). 실내금연법 시행 이후 완전 금연이 시행된 식당과 술집, 정부기관, 개인사무실에서는 니코틴 농도가 약 60% 감소하였으나, 흡연이 허용되는 식당과 술집에서는 니코틴 농도가 약 40% 정도 증가하였다(그림 7-3)(López et al., 2012).

〈표 7-4〉 스페인 실내금연법(2006년 1월) 시행 전후 접객업소 내 니코틴 농도 중앙값 변화
(기준 시점, 6, 12, 24개월 후 반복 측정)

중앙값(Q1-Q3), 단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
구분	기준 시점 니코틴 농도	6개월 시점 니코틴 농도	12개월 시점 니코틴 농도	24개월 시점 니코틴 농도
바/레스토랑				
흡연 금지*	2.95 (2.23-4.07)	0.24 (0.01-0.55)	0.12 (0.01-0.25)	0.11 (0.06-0.40)
흡연 허용*	7.07 (2.00-11.78)	4.34 (1.74-10.58)	6.22 (2.77-12.16)	10.12 (3.77-18.00)
지정 구역 흡연 허용*				
흡연구역	4.14 (1.96-13.60)	3.20 (2.28-10.78)	10.22 (7.23-17.37)	7.80 (3.04-8.60)
금연구역	4.14 (1.96-13.60)	2.28 (0.93-3.20)	0.70 (0.47-1.52)	1.17 (0.78-2.79)
클럽/디스코텍				
흡연 허용*	33.31 (8.37-47.19)	23.50 (12.48-60.45)	18.29 (3.21-61.07)	27.76 (12.76-45.49)

*법 시행 이후의 흡연 규제 상태를 의미함. 기준 시점에서는 모든 장소에서 흡연이 허용됨.

출처: López, M. J., Nebot, M., Schiaffino, A., Pérez-Ríos, M., Fu, M., Ariza, C., Muñoz, G., Fernández, E., & Spanish Smoking Law Evaluation Group (2012). Two-year impact of the Spanish smoking law on exposure to secondhand smoke: evidence of the failure of the 'Spanish model'. Tobacco control, 21(4), 407-411. (원문 표 3을 번역하여 재구성함).



* P<0.05 (Friedman 검정): 기준 시점과 법 시행 2년 후의 니코틴 농도 차이

[그림 7-3] 스페인 실내금연법(2006년 1월) 시행 후 기준 시점과 24개월 시점의 장소별 니코틴 농도 변화율(%)

출처: López, M. J., Nebot, M., Schiaffino, A., Pérez-Ríos, M., Fu, M., Ariza, C., Muñoz, G., Fernández, E., & Spanish Smoking Law Evaluation Group (2012). Two-year impact of the Spanish smoking law on exposure to secondhand smoke: evidence of the failure of the 'Spanish model'. Tobacco control, 21(4), 407-411. (원문 그림 1을 번역하여 재구성함).

우리나라 연구에서는 PC방 이용자의 24시간 초미세먼지(PM2.5) 개인노출이 일 평균 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 경우는 흡연 허용 시 28.02%, 흡연실이 설치된 경우 7.85%인 반면, 전면 금연인 경우는 2.13%에 불과하였다. 또한 피시방, 당구장·스크린 운동시설·볼링장, 카페, 호프집 이용자의 24시간 초미세먼지 개인노출은 흡연 허용 시설, 흡연실 설치, 전면 금연 순으로 높게 나타났다(이기영, 2019).

또 다른 연구에서 우리나라에서 150m^2 이상의 식당과 술집에서만 실내금연을 금지했을 때, 공기 중 초미세먼지 농도는 150m^2 이상의 술집에서만 감소하였고, 150m^2 미만의 식당과 술집에서는 변화가 없었다(Kim et al., 2015).

接客업에 근무하는 노동자를 대상으로 한 우리나라 연구에 의하면 완전실내금연을 하는 곳에서 일하는 노동자의 경우, 흡연실을 허용하는 곳과 실내금연을 하지 않는 곳에 비해 코티닌이나 담배 관련 발암물질의 농도가 유의하게 낮았다(Park et al., 2021). 음식점과 카페는 전면금연을 하는 경우, 부분 금연을 하는 경우에 비해 노동자의 소변 중 니코틴 농도와 NNAL 농도가 유의하게 낮았다(이기영, 2019).

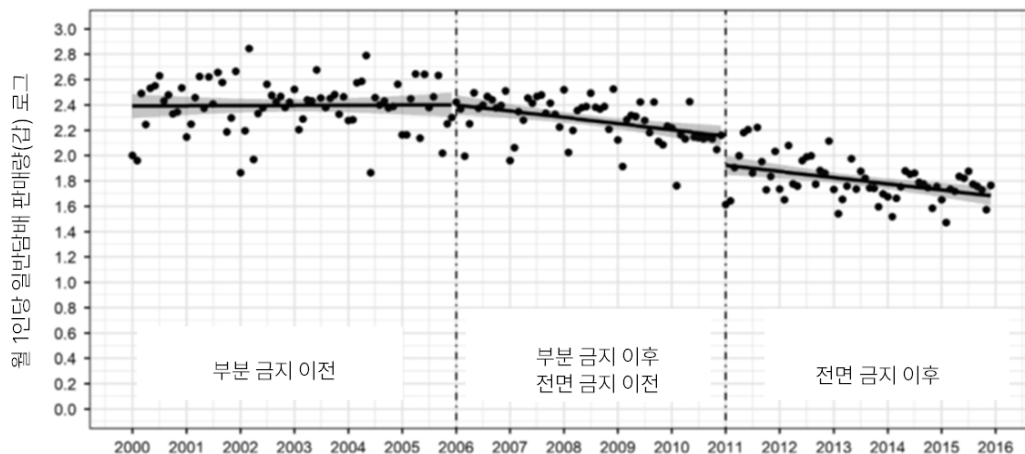
국내외 연구를 종합해보면 포괄적 실내금연에 비해 부분적 실내금연이 실내공기의 질과 간접흡연 노출을 줄이는 데 덜 효과적임을 알 수 있다.

나. 흡연행태

Hopkins 등(2010)의 연구에 의하면 포괄적 실내금연법과 부분적 실내금연법을 비교한 6개의 연구에서 부분적 실내금연을 시행하는 곳의 금연율은 시행하지 않는 곳에 비해 2.5%p 감소하였으며, 포괄적 실내금연법을 시행하였을 때의 6.4%p 감소에 비해 낮았다. 이를 상대적 지표로 표시하면 부분적 실내금연법 시행하는 곳은 실내금연법을 시행하지 않는 곳에 비해 금연율이 20% 감소하였으나, 포괄적 실내금연법을 시행하였을 때는 45% 감소하였다(Hopkins et al., 2010).

국가 간 비교 시, 포괄적 실내금연법을 시행한 아일랜드에서 부분적 실내금연법을 시행한 네덜란드나 실내금연법 시행 전의 영국에 비해 금연시도가 더 많았다. 영국에서 포괄적 실내금연법을 시행한 후 금연시도가 증가하였으나, 부분적 실내금연법을 지속한 네덜란드에서는 금연시도의 변화가 없었다(Nagelhout et al., 2012). 스페인에서는 부분적 실내금연법이 시행된 2005~2010년에는 실내금연법 시행 전에 비해 담배판매량의 차이가 없었으나, 완전한 실내금연법을 시행한 2011~2015년에는 담배판매량이 유의하게 감소하였다(그림 7-4)(Pinilla et al., 2019).

이런 결과를 종합할 때 포괄적 실내금연법이 부분적 실내금연에 비해 흡연행태를 개선하는 데 더 효과적일 수 있음을 시사한다.



[그림 7-4] 1인당 일반담배/각련 판매량 로그 변화 값의 관측 및 비보정 모델 적합 추세

출처: Pinilla, J., López-Valcárcel, B. G., & Negrín, M. A.(2019). Impact of the Spanish smoke-free laws on cigarette sales, 2000-2015: Partial bans on smoking in public places failed and only a total tobacco ban worked. *Health Economics, Policy and Law*, 14(4), 536-552. (원문 그림 2를 번역하여 재구성함).

다. 건강결과

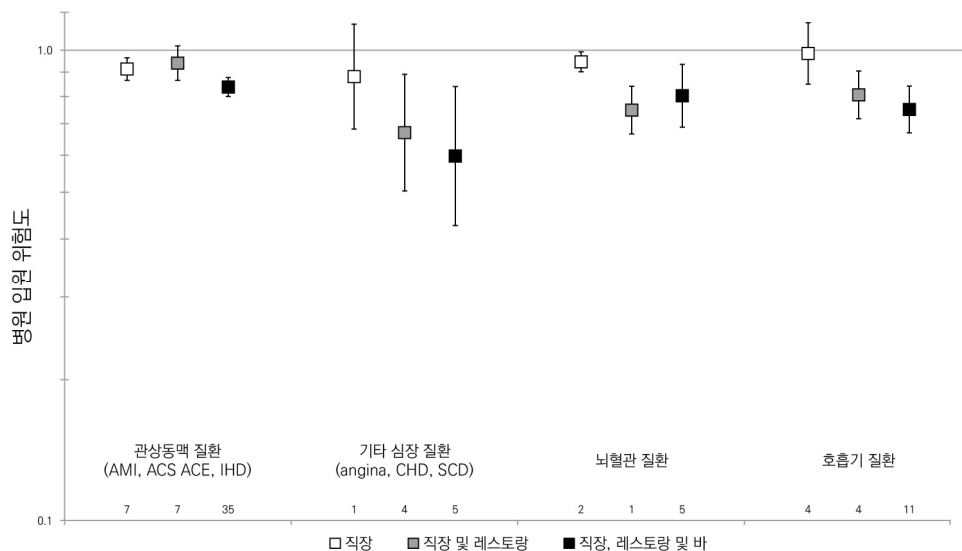
포괄적 실내금연법과 부분적 실내금연법의 건강결과에 대한 영향을 비교한 연구는 많지 않으나, 단계적으로 실내금연을 확대한 스페인이 중요한 사례를 제공한다. 스페인에서 흡연이 완전하게 금지된 장소에서는 호흡기증상이 56.3%(95% CI 39.1-73.4)에서 28.1%(95% CI 12.5-43.7)로 72%의 유의한 감소를 보여준 데 반해, 특정한 장소에서 흡연이 허용되는 곳에서는 18.2%(95% CI 2.1-34.3)에서 9.1%(95% CI 0.0-21.1)로

57.1%가 감소, 흡연이 허용되는 장소에서는 25.4%(95% CI 14.6–36.1)에서 22.2%(95% CI 12.0–32.5)로 19%가 감소하였으나, 모두 유의한 변화는 아니었다(Fernández et al., 2009).

스페인에서 2006년 부분적 실내금연법 도입 직후 급성 심근경색으로 인한 입원은 1.8% 감소, 1년 후 1.2% 증가했으나 통계적으로 유의하지 않았다. 2011년 완전 실내금연법이 도입된 직후에도 급성 심근경색으로 인한 입원은 2.3% 감소했지만, 이 역시 통계적으로 유의한 감소는 아니었다(Galán et al., 2018).

그러나, 스페인 발렌시아 지방에서 진행된 연구에서는 실내금연법 시행 이전인 2005년에 급성 심근경색으로 인한 입원이 인구 10만 명당 141.1건에서, 부분적 실내금연법 시행 이후인 2007년 119.2건으로 감소하였고, 완전 실내금연법이 시행된 2013년에는 102.9건으로 더 감소하였다. 부분적 실내금연법도 급성심근경색으로 인한 입원을 감소시켰으나, 완전 실내금연법이 효과가 더 컸다(Carrión-Valero et al., 2020).

Tan and Glantz(2012)의 연구에 의하면 실내금연이 사업장, 식당, 술집 등을 모두 포괄할 때, 덜 포괄할 때에 비해 실내금연의 관상동맥질환, 협심증, 뇌졸중, 호흡기질환으로 인한 입원 감소에 더 큰 영향을 주었다(그림 7-5)(Tan & Glantz, 2012).



[그림 7-5] 금연법 시행 전후 질병군별 병원 입원의 상대위험도 비교

출처: Tan, C. E., & Glantz, S. A.(2012). Association between smoke-free legislation and hospitalizations for cardiac, cerebrovascular, and respiratory diseases: A meta-analysis. *Circulation*, 126(18), 2177–2183. (원문 그림 2를 번역하여 재구성함).

Jones 등(2014)의 메타분석에 의하면 급성관상동맥질환이, 부분적 실내금연정책을 시행하는 곳에서는 8% 감소하였으나(95% CI 0.83–0.89), 포괄적 실내금연정책을 시행하는 곳에서는 14% 감소하였다(95% CI 0.85–0.98)(Jones et al., 2014).

결론적으로 부분적 실내금연정책은 포괄적 실내금연정책에 비해 비흡연자의 흡연노출, 흡연율 감소, 건강결과 등에서 그 효과가 적게 나타나는 것을 알 수 있다.

IV 공공장소 및 사업장 이외의 금연정책

1 다중 거주 시설

가정은 비흡연자와 어린이의 간접흡연 노출의 가장 많이 일어나는 장소이다. 아파트는 세대 내나 공용공간에서의 흡연으로 인한 담배연기가 다른 세대로 쉽게 확산될 수 있다. 우리나라는 전체 인구의 절반 이상(53.9%)이 아파트에 살고 있다(통계청, 2025). 2016년 정부는 금연아파트 정책을 도입하여 주민의 50% 이상의 찬성으로 복도, 계단, 엘리베이터, 주차장과 같은 일부 공공장소를 금연구역으로 지정할 수 있도록 하였다. 한편, 미국의 공공아파트는 정부 보조를 받는 주거시설로 저소득, 노인, 장애인이 주로 거주하며, 이곳에서는 공공장소뿐만 아니라 개인의 거주 장소에서도 흡연을 금지한다(이보람 등, 2024).

미국에서 이루어진 다중 거주 시설 대상 연구를 종합해보면, 7개의 연구 중 5개 연구에서 아파트 금연정책 도입 이후 현재 흡연, 흡연량, 흡연 빈도가 유의하게 감소하였고 금연이 증가하였다. 또한, 14개의 연구 중 10개의 연구에서 자기보고 간접흡연 노출, 니코틴 농도, 미세먼지 농도가 유의하게 감소하였다. 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 못한 연구 역시 긍정적인 경향을 보여주었다(Garristen et al., 2025). 다만, 이러한 미국의 연구 결과를 우리나라에 그대로 적용하기는 어렵다. 미국에서 다중 거주 시설은 우리나라 아파트와는 달리 취약계층이 거주하고 있으며, 개인 거주공간에서도 흡연을 금지하고 있고, 이를 어겼을 때의 처벌수준도 높다. 개인 거주공간에서의 흡연을 금지하는 것이 어려운 일이지만, 좀 더 강력한 실내금연정책 도입이 아파트에서의 간접흡연 노출을 줄일 가능성이 있음을 보여준다(이보람 등, 2024).

2 승용차

승용차 안에서의 흡연으로 인해 승용차에 타고 있는 승객은 간접흡연에 노출될 수 있다. 이런 노출은 어린이의 천식증상을 유발할 수 있고, 비흡연 청소년에서 니코틴 의존 증상을 유발할 수도 있다(Kabir et al., 2009; Kandel et al., 2009).

어린이의 간접흡연으로 인한 건강상의 문제와 어린이 인권 차원에서 승용차에서의 금연정책이 호주의 뉴사우스웨일즈주에서 최초로 도입되었고, 호주의 다른 주들, 캐나다의 일부 주와 미국의 일부 주로 확대되었다(Grace et al., 2025).

승용차 금연법의 효과에 관한 4개의 연구를 종합한 연구에서 승용차 금연법 시행 직후 어린이의 간접흡연 노출은 평균 31% 줄었으며(95% CI 0.55-0.87), 이런 간접흡연 노출 감소는 천식으로 인한 응급실 방문과 입원을 약 0.2-2.4% 정도 감소시킬 수 있을 것으로 추정되었다(Radó et al., 2021).

승용차 금연법은 개인의 사적인 영역인 승용차 안에서의 흡연을 규제한다는 점에서 기존의 공공장소 및 사업장 실내금연법과는 차원을 달리하는 정책이지만, 아동 건강과 아동의 인권 측면에서 이에 관한 논의가 필요하다.

3 실외

담배규제기본협약 제8조 이행 가이드라인 23조를 보면 전면적인 실내금연을 실시하는 장소로 실내 사업장과 공공장소, 대중교통 이외에 ‘적절하다고 생각하는 경우’에 ‘기타 공공장소’(‘as appropriate’ in ‘other public places’)라고 언급하고 있다(WHO, 2008; 한국건강증진개발원, 2020). 같은 가이드라인 27조에서 ‘기타 공공장소’는 실외 또는 유사 실외(quasi outdoor)를 의미한다고 기술하고, 대중에 대한 잠재적 건강위해(possible health hazard)의 증거가 있다면 노출로부터 대중을 지키기 위한 가장 효과적인 방법을 채택해야 한다고 언급하고 있다(WHO, 2008; 한국건강증진개발원, 2020). 즉, 공중보건학적으로 적절한 경우 실외 공공장소도 금연구역으로 설정할 수 있다는 것이다.

그러나, 현재까지 실외에서의 간접흡연 노출이 질병을 일으킨다는 확실한 증거는 없다. 미국에서 공원과 해수욕장에서 흡연을 금지하는 근거로 담배연기가 해로운 물질을 함유하고 있다는 점, 담배꽂이는 환경과 해상 동식물에 해를 줄 수 있다는 점, 흡연 허용은 어린이와 청소년에게 잘못된 메시지를 줄 수 있다는 점 등이 제시되었다(Bayer & Bachynski, 2013).

우리나라는 2010년 지방 자치단체가 금연구역(주로 실외금연구역)에 관한 조례 제정권이 허용되면서 많은 금연 관련 조례가 만들어졌다. 우리나라 실외금연 조례의 효과에 대한 연구에 의하면 조례 제정이 흡연량을 줄이거나 금연의도를 높이는 효과는 없었으나, 금연시도가 16% 증가했다고 보고하였다. 또한, 위반 시 과태료의 액수가 높을수록, 금연시도 증가와 흡연량 감소의 가능성이 높아진다고 하였다(Ko, 2020). 또 다른 연구에서는 지방정부의 조례 제정권 허용 이후 가정 내의 간접흡연 노출과 흡연율은 변화가 없었으나, 사업장에서의 간접흡연 노출은 감소하였다고 하였다(Kim et al., 2023).

강남고속버스터미널 실외광장에서 흡연구역과 금연구역을 지정했을 때 흡연구역과 금연구역 간 초미세먼지 농도의 차이는 없었으나, 금연구역에서 흡연 단속 시 금연구역에서 초미세먼지 농도가 유의하게 감소하였다(이기영 등, 2014). 즉, 버스터미널과 같이 흡연자가 밀집되어 공기의 질이 나쁜 실외구역에서는 금연구역 지정과 단속이 간접흡연 노출을 줄이는 방안이 될 수 있음을 시사한다.

실외금연의 건강위해에 관한 보건학적 근거는 확실하지 않으나 실외금연을 실행하는 국가는 점차 증가하고 있다(WHO, 2024). 실외금연의 건강위해에 관한 근거를 확인하고, 특히 경기장, 카페의 베란다, 고속버스터미널의 실외광장 등 유사실외장소부터 금연정책 실행 가능성을 검토해볼 필요가 있다.

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

V**공공장소 및 사업장 실내금연법의 효과적인 시행을 위한 원칙과 우리나라의 현실**

Byron 등(2019)은 세계보건기구와 다양한 비정부기구의 활동을 통해 실내금연법의 성공적인 시행을 위해서는 다음과 같은 원칙이 중요하다고 하였다(Byron et al., 2019).

- ▷ 강한 정치적 리더십
- ▷ 단순하고, 집행가능하며, 포괄적인 법령
- ▷ 사려 깊은 계획과 실행 및 집행을 위한 충분한 자원
- ▷ 담배회사의 반대에 대한 준비와 대응
- ▷ 계획과 시행과정에 시민사회 참여
- ▷ 대중교육과 홍보활동
- ▷ 이해관계자 교육과 자문
- ▷ 모니터링과 평가

우리나라의 공공장소 및 사업장 실내금연정책은 지난 10여 년간 단계적 확대를 통해 비흡연자를 담배연기부터 보호하는 데 긍정적인 변화를 가져왔다. 그러나, 국제적 원칙과 비교했을 때 여전히 몇 가지 개선 과제가 존재한다. 첫째, 실내금연정책 관련 국내 현행 제도는 금연 대상 시설 및 장소를 열거하는 방식으로 운영되어 비포괄적이라는 평가를 받으며, 이는 일부 실내 공간에서 흡연을 허용하는 결과를 낳는다. 둘째, 실내금연구역으로 지정된 장소임에도 불구하고 흡연실 설치를 허용함으로써 간접흡연 차단 효과가 충분히 확보되지 못하는 한계가 있다. 셋째, 정책이 점진적으로 시행되면서 국민과 기업이 제도의 변화 속도를 예측하기 어렵다는 지적도 있다. 또한, 정책 추진 과정에서 정치적 리더십, 효과 평가 및 모니터링 강화, 실내·외 금연정책의 균형적 추진 등은 향후 보완이 필요한 영역으로 보인다. 국제적으로 담배규제기본협약 제8조와 가이드라인은 포괄적 실내금연정책의 필요성을 명확히 제시하고 있다. 이에 우리나라도 지금까지의 성과를 토대로(표 7-5), 국제적 기준에 부합하는 전면적 실내금연정책을 추진한다면 국민건강 증진에 한층 더 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

〈표 7-5〉 우리나라 공공시설 및 사업장 실내금연정책 경과

연도	주요 내용
1995	국민건강증진법 제정을 통해 공중이용시설은 금연구역과 흡연구역으로 구분 - 대상: 대형건물, 공연장, 학원, 대규모 점포, 관광숙박업소, 혼인예식장, 실내체육시설, 의료기관, 사회복지시설, 교통 관련 시설(승강장 등)
1999	국민건강증진법 제정을 통해 공중이용시설은 금연구역과 흡연구역으로 구분 - 대상: 학교 교사(校舍), 목욕장 추가
2003	국민건강증진법 제정을 통해 공중이용시설은 금연구역과 흡연구역으로 구분 - 대상: 게임제공업소(PC방 등), 대형음식점, 만화방(영업장 전면적의 1/2 이상), 정부청사, 보육시설 추가
2010	지자체 조례로 금연구역을 지정할 수 있는 권한 부여(서울광장, 도시공원 등)
2011	• 공공기관, 청사, 어린이 놀이시설, 어린이 운송용 승합차 등 금연구역 확대 • 공중이용시설 전체를 금연구역으로 지정 가능(흡연실 설치 허용)
2012	• 고속도로 휴게소 금연구역 추가 지정 • 음식점(휴게음식점, 일반음식점, 제과점)에 대해 면적에 따라 금연구역 확대 - 대상: 150m ² 이상 음식점
2013	PC방 금연구역 지정
2014	• 음식점(휴게음식점, 일반음식점, 제과점)에 대해 면적에 따라 금연구역 확대 - 대상: 100m ² 이상 음식점
2015	• 음식점(휴게음식점, 일반음식점, 제과점)에 대해 면적에 따라 금연구역 확대 - 대상: 모든 음식점 및 흡연석 폐지
2016	공동주택 금연구역 지정 절차 도입(세대주 과반의 동의 필요)
2017	소규모 실내체육시설(당구장, 골프연습장 등) 금연구역 추가
2018	• 75m ² 이상 실내 휴게공간이 있는 식품자동판매기 영업소(일명 흡연카페) 금연구역 지정 • 유치원·어린이집 경계선 10m 이내 금연구역 지정
2019	실내휴게공간이 있는 모든 식품자동판매기 영업소 금연구역 지정
2023	유치원·어린이집·초·중등 학교시설의 30m 이내의 금연구역 설치

출처: 보건복지부·한국건강증진개발원. (2025). 2025년 지역사회 통합건강증진사업 안내(금연). (원문 및 관련 법·제도 개정 연혁을 참고하여 재구성함).

제 1 장

제 2 장

제 3 장

제 4 장

제 5 장

제 6 장

제 7 장

VI **소결**

공공장소 및 사업장 실내금연정책은 실내공기의 질을 개선하고, 노동자의 간접흡연 노출을 줄이고, 흡연율을 줄임으로써 심혈관질환, 호흡기질환, 뇌졸중, 출생아에서 저체중출생 감소 등의 건강개선 효과를 나타낸다. 실내금연정책은接客업의 매출과 고용에 부정적인 영향을 주지 않는다.

공공장소 및 사업장 실내금연정책의 효과는 모든 실내를 완전히 포괄할 때에만 제대로 나타난다. 이에 실내금연정책이 비흡연자의 건강을 보호하기 위해서는 모든 공공장소와 사업장을 모두 포괄해야 하며, 흡연실 설치 등을 하지 말아야 하고 단순하고 명확하며 집행 가능해야 한다.

더하여 아파트, 승용차 등 개인이 거주하는 공간과 카페나 식당의 테라스, 공원, 놀이터, 해수욕장 등 실외 공공장소에서의 금연에 대한 대중이 지지가 높고, 잠재적으로 공중보건 및 환경에 해를 줄 수 있으므로, 이들 시설에서의 금연 시행에 대한 논의가 필요하다.

참고문헌

- Akter, S., Islam, M. R., Rahman, M. M., Rouyard, T., Nsashiyi, R. S., Hossain, F., & Nakamura, R. (2023). Evaluation of Population-Level Tobacco Control Interventions and Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA network open*, 6(7), e2322341.
- Akter, S., Rahman, M. M., Rouyard, T., Aktar, S., Nsashiyi, R. S., & Nakamura, R. (2024). A systematic review and network meta-analysis of population-level interventions to tackle smoking behaviour. *Nature human behaviour*, 8(12), 2367-2391.
- Ayres, J. G., Semple, S., MacCalman, L., Dempsey, S., Hilton, S., Hurley, J. F., Miller, B. G., Naji, A., & Petticrew, M. (2009). Bar workers' health and environmental tobacco smoke exposure (BHETSE): symptomatic improvement in bar staff following smoke-free legislation in Scotland. *Occupational and environmental medicine*, 66(5), 339-346.
- Bayer, R., & Bachynski, K. E. (2013). Banning smoking in parks and on beaches: science, policy, and the politics of denormalization. *Health affairs (Project Hope)*, 32(7), 1291-1298.
- Been, J. V., Nurmatov, U. B., Cox, B., Nawrot, T. S., van Schayck, C. P., & Sheikh, A. (2014). Effect of smoke-free legislation on perinatal and child health: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 383(9928), 1549-1560.
- Bondy, S. J., Zhang, B., Kreiger, N., Selby, P., Benowitz, N., Travis, H., Florescu, A., Greenspan, N. R., & Ferrence, R. (2009). Impact of an indoor smoking ban on bar workers' exposure to secondhand smoke. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(5), 612-619.
- Byron, M. J., Cohen, J. E., Frattaroli, S., Gittelsohn, J., Drope, J. M., & Jernigan, D. H. (2019). Implementing smoke-free policies in low-and middle-income countries: A brief review and research agenda. *Tobacco Induced Diseases*, 17, 60.
- Callinan, J. E., Clarke, A., Doherty, K., & Kelleher, C. (2010). Legislative smoking bans for reducing secondhand smoke exposure, smoking prevalence and tobacco consumption. *The Cochrane database of systematic reviews*, (4), CD005992.
- Carrión-Valero, F., Quiles-Izquierdo, J., González-Monte, C., Taberner-Alberola, F., Lluch-Rodrigo, J. A., Chorro, F. J., & Martín-Moreno, J. M. (2020). Association between a comprehensive smoking ban and hospitalization for acute myocardial infarction: An observational study in the Autonomous Community of Valencia, Spain. *Revista portuguesa de cardiologia*, 39(2), 77-84.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, May 15). Preventing exposure to secondhand smoke in the community: What to know. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/tobacco/secondhand-smoke/community.html>.
- Chua, Z. X., Yeh Lai Amanda, C., Lam, T. J. R., Ong, J. S. P., Lim, S. Y. W., Kumar, S., Lim, M. J. R., Tan, B. Y. Q., Aik, J., & Ho, A. F. W. (2025). Impact of smoke-free legislation on stroke risk: A systematic review and meta-analysis. *European stroke journal*, 10(2), 350-361.

- Cornelsen, L., McGowan, Y., Currie-Murphy, L. M., & Normand, C. (2014). Systematic review and meta-analysis of the economic impact of smoking bans in restaurants and bars. *Addiction* (Abingdon, England), 109(5), 720-727.
- Fernández, E., Fu, M., Pascual, J. A., López, M. J., Pérez-Ríos, M., Schiaffino, A., Martínez-Sánchez, J. M., Ariza, C., Saltó, E., Nebot, M., & Spanish Smoking Law Evaluation Group (2009). Impact of the Spanish smoking law on exposure to second-hand smoke and respiratory health in hospitality workers: a cohort study. *PloS one*, 4(1), e4244.
- Frazer, K., Callinan, J. E., McHugh, J., van Baarsel, S., Clarke, A., Doherty, K., & Kelleher, C. (2016). Legislative smoking bans for reducing harms from secondhand smoke exposure, smoking prevalence and tobacco consumption. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2(2), CD005992.
- Frazer, K., McHugh, J., Callinan, J. E., & Kelleher, C. (2016). Impact of institutional smoking bans on reducing harms and secondhand smoke exposure. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2016(5), CD011856.
- Galán, I., Simón, L., Boldo, E., Ortiz, C., Medrano, M. J., Fernández-Cuenca, R., Linares, C., & Pastor-Barriuso, R. (2018). Impact of 2 Successive Smoking Bans on Hospital Admissions for Cardiovascular Diseases in Spain. *Revista espanola de cardiologia (English ed.)*, 71(9), 726-734.
- Garritsen, H. H., Khan, F., Rozema, A. D., Navas-Acien, A., & Hernández, D. (2025). Associations of smoke-free policies in multi-unit housing with smoking behavior and second-hand smoke exposure: A systematic review. *Addiction* (Abingdon, England), 120(4), 578-588.
- Grace, C., Phillips, J., Tumini, V., & Greenhalgh, E. M. (2025). 15.6 Smoking bans in the home and car. In E. M. Greenhalgh, M. M. Scollo, & M. H. Winstanley (Eds.), *Tobacco in Australia: Facts and issues*. Melbourne: Cancer Council Victoria.
- Hirayama, T. (1981). Non-smoking wives of heavy smokers have a higher risk of lung cancer: A study from Japan. *British Medical Journal*, 282(6259), 183-185.
- Hoffman, S. J., & Tan, C. (2015). Overview of systematic reviews on the health-related effects of government tobacco control policies. *BMC public health*, 15, 744.
- Hopkins, D. P., Briss, P. A., Ricard, C. J., Husten, C. G., Carande-Kulis, V. G., Fielding, J. E., Alao, M. O., McKenna, J. W., Sharp, D. J., Harris, J. R., Woollery, T. A., Harris, K. W., & Task Force on Community Preventive Services. (2001). Reviews of Evidence Regarding Interventions to Reduce Tobacco Use and Exposure to Environmental Tobacco Smoke. *American Journal of Preventive Medicine*, 20 (2S), 16-66.
- Hopkins, D. P., Razi, S., Leeks, K. D., Priya Kalra, G., Chattopadhyay, S. K., Soler, R. E., & Task Force on Community Preventive Services. (2010). Smokefree policies to reduce tobacco use. A systematic review. *American journal of preventive medicine*, 38(2 Suppl), S275-S289.
- Hyland, A., Barnoya, J., & Corral, J. E. (2012). Smoke-free air polices: past, present and future.

- Tobacco Control, 21, 154-161.
- International Agency for Research on Cancer. (2008). IARC handbooks of cancer prevention, tobacco control, Vol. 12: Methods for evaluating tobacco control policies.
- Jones, M. R., Barnoya, J., Stranges, S., Losonczy, L., & Navas-Acien, A. (2014). Cardiovascular Events Following Smoke-Free Legislations: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Current environmental health reports*, 1(3), 239-249.
- Kabir, Z., Manning, P. J., Holohan, J., Keogan, S., Goodman, P. G., & Clancy, L. (2009). Second-hand smoke exposure in cars and respiratory health, nicotine dependence symptoms among adolescents and children. *European Respiratory Journal*, 34(3), 629-636.
- Kandel, D. B., Hu, M. C., Griesler, P. C., & Schaffran, C. (2009). Exposure to parental smoking and nicotine dependence symptoms in adolescence. *American Journal of Public Health*, 99(11), 2010-2016.
- Kang, S. Y., Lim, M. K., Cho, H. J., & Park, E. Y. (2021). Socioeconomic inequalities in secondhand smoke exposure at home and at work in Korea: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2008-2018). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9801.
- Kim B. (2009). Workplace smoking ban policy and smoking behavior. *Journal of preventive medicine and public health*, 42(5), 293-297.
- Kim, H., Kang, H., & Cho, S. I. (2024). Decrease in household secondhand smoking among Korean adolescents associated with smoke-free policies: grade-period-cohort and interrupted time series analyses. *Epidemiology and health*, 46, e2024009.
- Kim, J., Kwon, H. J., Lee, K., Lee, D. H., Paek, Y., Kim, S. S., Hong, S., Lim, W., Heo, J. H., & Kim, K. (2015). Air Quality, Biomarker Levels, and Health Effects on Staff in Korean Restaurants and Pubs Before and After a Smoking Ban. *Nicotine & Tobacco Research*, 17(11), 1337-1346.
- Kim, S., Lee, Y., Han, C., Kim, M. K., Kawachi, I., & Oh, J. (2023). Effects of municipal smoke-free ordinances on secondhand smoke exposure in the Republic of Korea. *Frontiers in public health*, 11, 1062753.
- Ko H. (2020). The effect of outdoor smoking ban: Evidence from Korea. *Health economics*, 29(3), 278-293.
- Lin, H., Wang, H., Wu, W., Lang, L., Wang, Q., & Tian, L. (2013). The effects of smoke-free legislation on acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *BMC public health*, 13, 529.
- López, M. J., Nebot, M., Schiaffino, A., Pérez-Ríos, M., Fu, M., Ariza, C., Muñoz, G., Fernández, E., & Spanish Smoking Law Evaluation Group (2012). Two-year impact of the Spanish smoking law on exposure to secondhand smoke: evidence of the failure of the 'Spanish model'. *Tobacco control*, 21(4), 407-411.

- Main, C., Thomas, S., Ogilvie, D., Stirk, L., Petticrew, M., Whitehead, M., & Sowden, A. (2008). Population tobacco control interventions and their effects on social inequalities in smoking: placing an equity lens on existing systematic reviews. *BMC Public Health*, 8, 178.
- Meyers, D. G., Neuberger, J. S., & He, J. (2009). Cardiovascular effect of bans on smoking in public places: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 54(14), 1249-1255.
- Monson, E., & Arsenault, N. (2017). Effects of Enactment of Legislative (Public) Smoking Bans on Voluntary Home Smoking Restrictions: A Review. *Nicotine & Tobacco Research*, 19(2), 141-148.
- Nagelhout, G. E., de Vries, H., Boudreau, C., Allwright, S., McNeill, A., van den Putte, B., Fong, G. T., & Willemsen, M. C. (2012). Comparative impact of smoke-free legislation on smoking cessation in three European countries. *European journal of public health*, 22 Suppl 1(Suppl 1), 4-9.
- Nanninga, S., Lehne, G., Ratz, T., & Bolte, G. (2019). Impact of Public Smoking Bans on Social Inequalities in Children's Exposure to Tobacco Smoke at Home: An Equity-Focused Systematic Review. *Nicotine & Tobacco Research*, 21(11), 1462-1472.
- Nanninga, S., Lhachimi, S., K., & Bolte, G. (2018). Impact of public smoking bans on children's exposure to tobacco smoke at home: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 18(1), 749.
- Noh, J. W., Cheon, J., Seong, H., Kwon, Y. D., & Yoo, K. B. (2024). Impacts of Smoking Ban Policies on Billiard Hall Sales in South Korea Using Objective Sales Information of a Credit Card Company: Quasi-Experimental Study. *JMIR public health and surveillance*, 10, e50466.
- Noh, J. W., Choi, M., Kwon, Y. D., & Yoo, K. B. (2020). Impacts of Smoking Ban Policies on Restaurants in Seoul, South Korea: Analysis of Objective Sales Information. *Nicotine & Tobacco Research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco*, 22(6), 950-957.
- Park, M. B., Lee, T. S., Oh, J. E., & Lee, D. H. (2021). Does the implementation of smoke-free laws and smoking culture affect exposure to tobacco smoking? Results from 3 hospitality settings in South Korea. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 34(1), 53-67.
- Pinilla, J., López-Valcárcel, B. G., & Negrín, M. A. (2019). Impact of the Spanish smoke-free laws on cigarette sales, 2000-2015: partial bans on smoking in public places failed and only a total tobacco ban worked. *Health economics, policy, and law*, 14(4), 536-552.
- Radó, M. K., Möhlenberg, F. J. M., Westenberg, L. E. H., Sheikh, A., Millett, C., Burdorf, A., van Lenthe, F. J., & Been, J. V. (2021). Effect of smoke-free policies in outdoor areas and private places on children's tobacco smoke exposure and respiratory health: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet. Public health*, 6(8), e566-e578.
- Rashiden, I., Ahmad Tajuddin, N. A. N. B., Yee, A., Zhen, S. T. E., & Bin Amir Nordin, A. S. (2020).

- The efficacy of smoking ban policy at the workplace on secondhand smoking: systematic review and meta-analysis. *Environmental science and pollution research international*, 27(24), 29856–29866.
- Semple, S., Creely, K. S., Naji, A., Miller, B. G., & Ayres, J. G. (2007). Secondhand smoke levels in Scottish pubs: the effect of smoke-free legislation.
- Smith, C. E., Hill, S. E., & Amos, A. (2020). Impact of population tobacco control interventions on socioeconomic inequalities in smoking: a systematic review and appraisal of future research directions. *Tobacco control*, 30(e2), e87–e95.
- Stallings-Smith, S., Zeka, A., Goodman, P., Kabir, Z., & Clancy, L. (2013). Reductions in cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory mortality following the national Irish smoking ban: interrupted time-series analysis. *PloS one*, 8(4), e62063.
- Tan, C. E., & Glantz, S. A. (2012). Association between smoke-free legislation and hospitalizations for cardiac, cerebrovascular, and respiratory diseases: a meta-analysis. *Circulation*, 126(18), 2177–2183.
- U.S. Department of Health and Human Services. (1986). The health consequences of involuntary smoking: A report of the Surgeon General. U.S. Government Printing Office.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2006). The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: A report of the Surgeon General. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health.
- White, J. R., & Froeb, H. F. (1980). Small-airways dysfunction in nonsmokers chronically exposed to tobacco smoke. *The New England Journal of Medicine*, 302(13), 720–723.
- World Health Organization. (2023). 2023 global progress report on implementation of the WHO Framework Convention on Tobacco Control. World Health Organization.
- World Health Organization. (2024). Protect people from tobacco smoke: Smoke-free environments factsheet. World Health Organization.
- World Health Organization. (2025). WHO report on the global tobacco epidemic, 2025: Warning about the dangers of tobacco. World Health Organization.
- 국가법령정보센터(n.d.). 담배의 규제에 관한 세계보건기구 기본협약[발효일 2005. 2. 27.] [다자조약, 제1743호, 2005. 8. 19.]. <https://www.law.go.kr/LSW/trtyInfoP.do?vSct=%EB%8B%B4%EB%B0%B0&mode=4&trtySeq=2139>. 2025. 9. 1. 접속.
- 보건복지부·한국건강증진개발원. (2025). 2025년 지역사회 통합건강증진사업 안내(금연).
- 이기영, 이보람, 조혜리, & 권영현. (2014). 서울시 고속터미널 실외광장의 흡연단속에 따른 공기 중 PM2.5 농도 변화. *대한보건연구*, 40(2), 53–58.
- 이기영. (2019). 실내흡연실이 설치된 다중이용시설의 간접흡연 노출수준 조사. 한국환경보건학회.

- 이보람, 이연숙, & Douglas E. Levy. (2024). 미국 공공주택 금연구역 정책 소개 및 국내 금연아파트 정책을 위한 시사점. 대한금연학회지, 15(4), 117-125.
- 통계청. (2025. 10. 30.). 2024년 인구주택총조사 결과(등록센서스 방식) 보도자료. Statistics Korea. https://census.go.kr/sub/ehpp/fe/ehppfe100m02?bbsId=Hg7SIYjltpxRtEvlfhlf&pstId=PST_00000000000010752.
- 한국건강증진개발원. (2020). WHO 담배규제기본협약 15주년 기념자료집.

용어집

담배폐해 기획보고서 간접흡연

연번	한글	영문	뜻	출처
1	1초간 노력성 호기량	Forced Expiratory Volume in One second (FEV1)	폐활량을 측정할 때 초기 1초 동안 힘껏 내뿜은 공기량	오연목. (2008). 만성폐쇄성폐질환과 천식의 진단 및 치료. 대한내과학회지, 74(6), 472-474.
2	NNAL	4-(methylnitroso mino)-1-(3-pyridyl) -1-butanol	담배 특이적 발암 물질인 NNK의 주요 대사산물	Health Canada. (2014, May 13). NNALs: Measuring Exposure to a Tobacco-Specific Carcinogen. Canada.ca. https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/nnals-measuring-exposure-tobacco-specific-carcinogen.html
3	NNK	4-(Methylnitroso mino)-1-(3-pyridyl) -1-butanone	담배에서 발견되는 담배특이니트로사민(tobacco specific nitrosamine, TSNA) 중 하나로, 국제암연구소에서 인체 발암물질(1군)로 분류한 발암물질	금연길라잡이. (2024. 3. 22.). 액상형 전자담배 제품 및 배출물의 유해성분. https://www.nosmokeguide.go.kr/lay2/bbs/S1T33C112/H/25/view.do?article_seq=832766&tag_name=%EC%95%84%EC%84%B8%ED%86%A0%EC%9D%B8&cpage=1&rows=10&condition=&keyword=&cat=&rn=1.
4	간접흡연 (2차흡연)	Secondhand smoke (SHS)	- 비흡연자가 흡연자 주위에서 흡연자의 담배연기를 들이마시게 되는 것 - 흡연자가 연기를 흡입했다가 다시 내뿜을 때 나오는 주류연기 또는 부류연기를 흡입하는 행위	한국건강증진재단. (2013. 8.). Tobacco Control Issue Report: A monthly review and analysis of global tobacco control trends. Tobacco Control Issue Report, 4.
5	갑년	Pack-years	평생 흡연력을 표시하는 단위로, 하루에 피우는 담뭍갑 수와 흡연한 기간을 곱하여 계산함	국가암정보센터. (2024). 소세포폐암 조기검진. https://www.cancer.go.kr/lay1/program/S1T211C223/cancer/view.do?cancer_seq=4133&menu_seq=4142
6	교차비 (오즈비)	Odds ratio (OR)	- 환자-대조군 연구에서 질병과 위험요인 사이의 연관성을 나타내는 지표 - 비노출군에서 질병의 유무비 대비 노출군에서 질병의 유무비	Celentano, Szklo. (2020). 고디스 역학 6판 (한국 역학회 옮김). 범문 에듀케이션.
7	궐련형 전자담배 (가열담배)	Heated tobacco product (HTP)	- 담배가 가열되거나 담배를 포함하는 장치가 활성화될 때 니코틴 및 독성 화학물질을 포함하는 에어로졸을 생산하는 담배제품 - 전자장치를 사용해 연초를 호흡기를 통해 체내에 흡입함으로써 흡연과 같은 효과를 낼 수 있도록 만든 담배 제품	- WHO. (2020). Heated Tobacco Products Information Sheet 2nd Edition. - 국민건강증진법시행령제27조의2 (담배의구분)

연번	한글	영문	뜻	출처
8	기하평균	Geometric mean	- 여러 개의 수를 연속으로 곱하여 그 수의 거듭제곱근으로 구한 값 - 주로 로그 변환을 통해 대칭이 될 수 있는 분포를 가지는 경우에 사용함	통계청 국가통계포털. 「단어사전 (dclemInputNo=0001112895073)」. K-STAT 메타서비스 https://www.k-stat.go.kr/metasvc/msda100/worddc?dclemInputNo=0001112895073.
9	노력성 폐활량	Forced Vital Capacity (FVC)	최대한 들이 마신 공기를 가능한 힘껏 내뿜은 공기량	오연목. (2008). 만성폐쇄성폐질환과 천식의 진단 및 치료. 대한내과학회지, 74(6), 472-474.
10	눈가림	Blinding/Masking	- 연구대상자, 중재 제공자가 제공받는 중재를 인지하지 못하도록 하는 것 - 임상시험에 관여하는 사람 또는 부서 등이 배정된 치료법에 대해 알지 못하도록 하는 절차	- 한국보건 의료연구원. (2021). NECA 비둘림위험 평가도구 매뉴얼. - 식품의약품안전처.(2009.12.22.). 의약품임상시험관리기준[행정규칙 제2009-211호].법제처국가법령정보센터 https://www.law.go.kr/LSW/admRulSideInfoP.do?admRulSeq=2000000012617&chrClsCd=010202&docCls=jo&joBrNo=0002&langType=Ko.
11	단면연구	Cross-sectional study	특정 시점의 인구집단 또는 노출이나 질병 상태에 관계없이 선택된 대표 표본을 연구 대상으로 포함하는 연구	Rothman, K.J., Greenland, S. and Lash, T. (2008). Modern epidemiology. Theird Edition. Lippincott Wilians & Wikins, Phiadelphia.
12	담배특이 니트로사민	Tobacco-specific nitrosamines (TSNAs)	- 담배에서 확인되는 니트로사민(2차 아민과 아질산염이나 질산염으로부터 생성된 질소산화물과 반응하여 생성되는 발암물질) - 자연의 담배 식물에도 존재하나, 담배를 가공하는 과정 중에도 생성되며, 가열과 연소 과정 중에는 더 많이 만들어짐	- 금연길라잡이. (2024. 3. 22.). 액상형 전자담배 제품 및 배출물의 유해성분. https://www.nosmokeguide.go.kr/lay2/bbs/S1T33C112/H/25/view.do?article_seq=832766&tag_name=%EC%95%84%EC%84%B8%ED%86%A0%EC%9D%B8&cpage=1&rows=10&condition=&keyword=&cat=&n=1. - 서보경.(2016).즉석식품에서 니트로사민이검출되는요인분석 (Doctoraldisseration,서울대학교 대학원).
13	메타분석	Meta-analysis	체계적 문헌고찰에서 선정된 일차연구의 근거가 양적으로 합성가능한 경우, 이를 통계적으로 합성하는 연구	Kim, S. Y., Park, J.E., Seo, H.J., Lee, Y.J., Jang, B.H., Son, H.J., Suh, H.S., Shin, C.M. (2011). NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analysis for intervention. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency.

연번	한글	영문	뜻	출처
14	무작위 임상시험 연구	Randomized controlled trial (RCT)	- 일반적으로 의료가기술이나 약제의 효능을 연구할 때 비뚤림을 줄이기 위한 목적으로 수행하는 임상시험의 한 유형 - 임상시험에 참여하는 대상자를 중재군과 대조군에 무작위로 할당하여 결과를 비교함	지식창고/NECA 백과사전. (2019. 6. 10.). 무작위 배정 임상시험 (Randomized Controlled Trials, RCT)과 군집 무작위 배정 시험(Cluster Randomized Trials, CRT). https://hineca.kr/1847.
15	민감도	Sensitivity	- 진단검사에서 양성 반응을 얻은 사람 중 실제 상태를 가진 사람의 비율로, 참양성을 검출하는 능력을 비율로 나타낸 것 - 주로 진단검사에서 사용되며, 질병을 선별하거나 이상을 감지할 때 질병이 있는 환자를 정확하게 식별하는 검사의 정보를 비율로 나타낸 것임	통계청 「통계용어사전」. Statistics Korea. https://kostat.go.kr/statisticalTermList.es?mid=a10506000000.
16	반감기	half-life	어떤 물질이 외부적 요인, 또는 내부적 요인에 의해서 분해될 경우에 그 물질의 원래의 양에서 반이 되는 데 걸리는 시간	KMLE 의학검색 엔진. “의학사전, 의학용어, 의학약어, 의학논문, 약물/의약품 검색”. https://m.kmle.co.kr/.
17	본페로니 보정	Bonferroni correction	여러 검정을 동시에 수행할 때 우연히 유의한 결과가 나올 확률을 줄이기 위해, 전체 유의수준을 검정 횟수로 나누어 적용하는 보정법	Etymologia: Bonferroni correction. (2015). Emerging infectious diseases, 21(2), 289.
18	비동등성 대조군 사전-사후설계	Non-equivalent control group pretest-posttest design	- 실험군과 대조군 모두 사전검사(pre-test)와 사후검사(post-test)를 실시해 비교하는 방식 - 실험군 및 대조군 설정 시 무작위 할당이 이루어지지 않아, 사전조사를 통해 종속 변수의 차이와 함께 외생변수상의 차이를 탐색하여 이를 통제하는 방법	Kim, S. Y. (2007). 실험연구에 기반한 통계자료 분석: 비동등성 대조군 전후 설계. In Proceedings of the Korean Association for Survey Research Conference (pp. 175-183). The Korean Association for Survey Research.
19	비뚤림 (편향)	Bias	일반적으로 연구를 설계, 수행하고 그 결과를 분석할 때, 어떠한 오류가 발생하여 알아보고자 한 결과의 참값(오류 및 편견이 없는 진실)을 벗어나는 것	지식창고/NECA 백과사전. (2018. 9. 21.). 비뚤림(Bias). https://hineca.kr/1644.
20	산술평균	Arithmetic mean	- 주어진 측정치의 합을 측정치의 개수로 나눈 값 - 주로 단순 임의추출로 얻어진 표본의 평균을 계산할 때 사용되며, 구조적 특성으로 인해 극단적인 측정치에 영향을 잘 받는다는 단점이 있음	통계청 「통계용어사전」. Statistics Korea. https://kostat.go.kr/statisticalTermList.es?mid=a10506000000.

연번	한글	영문	뜻	출처
21	삼차흡연	Thirdhand smoking (THS)	• 흡연 후에도 물질 표면에 남아 있는 담배연기 오염물질에 노출되는 것 • 흡연으로 발생한 화학물질이 벽, 창문, 가구 또는 집먼지 등의 표면에 흡착되어 있다가 다시 공기 중으로 방출되거나 부유하거나, 다른 화학물질과의 반응으로 새로운 독성 물질이 생성되는 것	• Wnuckoff, J. P., Friebely, J., Tanski, S. E., Sherrod, C., Matt, G. E., Hovell, M. F., & McMillen, R. C. (2009). Beliefs about the health effects of "thirdhand" smoke and home smoking bans. <i>Pediatrics</i>, 123(1), e74-e79. • 한국건강증진개발원.(2018). 당신의 가정은 3차흡연으로부터 안전합니까?. 금연이슈리포트,62,11.
22	상대위험도	Relative risk (RR)	• 코호트 연구에서 질병과 위험요인 사이의 연관성을 나타내는 지표 • 비노출군에서 질병이 발생할 분율 대비 노출군에서 질병이 발생할 분율의 비	• Celentano, Szklo. (2020). 고디스 역학 6판 (한국 역학회 옮김). 범문에듀케이션.
23	수신자조작 특성곡선	Receiver operating characteristics (ROC) curve	• 분류 모델의 성능을 파악하기 위해, 분류 기준을 달리하면서 계산한 민감도와 특이도를 그래프에 나타내고 선으로 연결하는 것 • (0,0)에서 시작하여 (1,1)에서 끝나며, 두 점을 잇는 직선에 가까울수록 분류 모델의 성능이 좋지 않음을 뜻하고, 곡선이 (0,1)점에 가까이 다가갈수록, 즉 곡선 아래의 면적(area under the curve, AUC)이 넓을수록 분류 모델의 성능이 우수함을 의미함	• 통계청. (n.d.). 「통계용어사전」. Statistics Korea. https://kostat.go.kr/statisticalTermList.es?mid=a10506000000.
24	신뢰구간	Confidence interval (CI)	• 모집단 평균이 일정 확률 아래에 포함될 것으로 추정되는 상한과 하한의 범위로, 표본평균과 표준오차를 이용해 계산됨 • 95% CI의 경우, 반복 표집시 계산된 구간의 95%가 모집단 평균을 포함함	• ScienceDirect. "Confidence interval". In: Topics in Mathematics. [Internet] [cited 2025-11-03]. Available from: https://www.sciencedirect.com/topics/mathematics/confidence-interval.
25	액상형 전자담배 (베이핑 제품)	Electronic cigarette/ e-cigarette (Vaping product)	• 특정 액상을 가열하여 생성된 에어로졸을 사용자가 흡입하는 전자 니코틴 전달 시스템 및 비니코틴 전달시스템 • 니코틴 용액을 전자장치를 사용해 호흡기를 통해 체내에 흡입함으로써 흡연과 같은 효과를 낼 수 있도록 만든 담배 제품	• WHO. (2024). Tobacco: E-cigarettes. https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-e-cigarettes. • 국민건강증진법시행령 제27조의2 (담배의구분)

연번	한글	영문	뜻	출처
26	에거 검정	Egger's test	메타분석에서 퍼널 플롯의 비대칭성을 이용하여 출판 바이어스 여부를 평가하는 방법으로, 효과추정치를 표준오차에 대해 분산의 역수로 가중한 선형회귀분석을 수행	The Cochrane Collaboration. Identifying publication bias in meta-analyses of continuous outcomes [Internet]. July 2020 [cited 2025-11-03].
27	에어로졸	Aerosol	- 공기 중 떠다니는 고체 또는 액체상의 입자상 물질 전부를 총괄하는 용어 - 연기는 열과 관련된 화학반응에 의해 생성된 에어로졸임 - 담배회사는 연기와 에어로졸을 구분해, 가열담배는 에어로졸만을 방출한다고 주장하지만 전자담배가 방출하는 에어로졸은 수증기뿐만 아니라 이물질이 아니며 전자담배의 배출물 또한 독성물질을 포함한 연기에 해당함	- 국립환경과학원. (n.d.). 에어로졸. https://nesc.nier.go.kr/ko/html/cntnts/26/outputs/aerosol.do. - 한국건강증진개발원 국가금연지원센터. (2021). 담배규제팩트시트 No.44: 담배연기(Smoke)와 에어로졸(Aerosol)
28	예측구간	Prediction interval (PI)	- 향후 관측값이 일정 확률 아래에 떨어질 것으로 예상되는 상한과 하한의 범위 - 실제 관측값이 그 구간 내에 들어가는 빈도로 신뢰성이 평가됨	ScienceDirect. "Prediction interval". In: Topics in Mathematics. [Internet] [cited 2025-11-03].
29	용량-반응 관계	Dose-response relationship	노출 수준이 증가함에 따라 효과의 강도도 비례하여 변하는 관계로, 일정 수준 이하에서는 효과가 나타나지 않고, 일정 수준 이상에서는 더 이상 변화가 나타나지 않음	ScienceDirect. "Dose-response relationship". In: Pharmacology, Toxicology & Pharmaceutical Science. [Internet]. [cited 2025-11-03].
30	우산 문헌고찰	Umbrella review	특정 연구 주제에 대한 여러 체계적 특정 연구 주제에 대한 여러 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구들을 통합·분석하여 근거의 일관성과 강도를 평가하는 문헌고찰 방법	Belbasis, L., Bellou, V., & Ioannidis, J. P. A. (2022). Conducting umbrella reviews. BMJ medicine, 1(1), e000071.
31	인구집단 기여위험분율	Population attributable fraction (PAF)	특정 노출인자가 인구집단의 질병 발생에 차지하는 원인점유율로 그 노출인자의 잠재적 영향력 및 예방가능 정도를 판단할 수 있는 지표	손미경, & 박현영. (2017). 심방 세동 발생 현황: 국민건강보험공단 표본코호트 (2002-2010). 주간 건강과 질병, 10(22), 550-554.
32	전자 니코틴 전달 시스템	Electronic Nicotine Delivery System (ENDS)	니코틴, 프로필렌 글리콜 등의 화학적 혼합물질을 기화시켜 폐로 전달하는 장치	한국건강증진재단. (2014. 6. 11.). 담배회사는 알았지만 우리는 몰랐던 사실들.
33	종단연구	Longitudinal study	일반적으로 공통된 특성을 가진 집단을 추적하는 역학 조사 연구 방법	Aschengrau, A and George R. Seag (2020). Essentials of Epidemiology in public health.

연번	한글	영문	뜻	출처
34	주류연	Mainstream smoke	흡연 시 흡연자의 입안으로 직접 빨려 들어오는 연기를 말하며, 그렇지 않은 것은 '부류연'이라고 함	질병관리청. “한국인의 흡연 습성을 고려하면 담배 연기 속 미량의 유해 물질도 위험하다.” 『습성반영 건강 위해성평가』, 작성일 2022-05-24, 최종검토일 2024-11-11. 웹사이트: https://kdca.go.kr/contents.es?mid=a20205010302.
35	주제범위 문헌고찰	Scoping review	- 특정 연구 주제에 대한 문헌의 범위와 포괄성을 체계적으로 파악하고 정리하는 문헌 검토 방법 - 해당 주제와 관련된 연구의 양, 주요 초점, 연구 동향 등을 개괄적으로 제공하는 것을 목적으로 함	Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. BMC medical research methodology, 18(1), 143.
36	짝지은 환자-대조군 연구	Matched case-control study	특정 질병의 원인을 규명하기 위해, 환자군과 대조군을 연령, 성별 등 주요 특성에 따라 짝지어 비교하는 연구 설계	Centers for Disease Control and Prevention. (2022, September 16). Matched Pair Case-Control StatCalc User Guide. CDC. https://www.cdc.gov/epiinfo/user-guide/statcalc/matchedpaircasecontrol.html.
37	체계적 문헌고찰	Systematic review	- 특정 연구 질문에 답하기 위해 사전에 정의된 기준에 따라 관련 문헌을 구조적으로 검색·선정·평가하여 근거를 통합하는 문헌고찰 방법 - 체계적이고 포괄적인 문헌 검색, 사전에 정해진 포함·배제 기준에 따른 문헌 선택, 선정 문헌의 비뮌 위험 평가 등의 연구 과정을 거침	Kim, S. Y., Park, J.E., Seo, H.J., Lee, Y.J., Jang, B.H., Son, H.J., Suh, H.S., Shin, C.M. (2011). NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analysis for intervention. National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency.
38	코티닌	Cotinine	- 니코틴의 주요 대사산물로 흡연 여부를 알 수 있는 생체지표 - 타액과 머리카락, 혈액과 소변에서 측정 가능함	Oh, H. Y., & Paek, Y. J. (2011). 직접, 간접 흡연 노출의 생체지표. 대한금연학회지 JKSRNT, 2(2), 79-88.
39	코호트 내 환자-대조군 연구	Nested case-control study	각 환자에게서 질병이 발생할 당시에 질병 발생의 위험이 동일하게 있었던 대상자 중 대조군을 선정하여 추적 조사하는 연구	Celentano, Szklo. (2020). 고디스 역학 6판 (한국 역학회 옮김). 범문 에듀케이션.

연번	한글	영문	뜻	출처
40	코호트 연구	Cohort study	연구 시작 시점에서 질환요인에 노출된 집단과 노출되지 않은 집단을 구성하고 이들을 일정 기간 동안 추적하여 특정 질병의 발생 여부를 관찰하는 연구	자식창고/NECA 백과사전. (2019. 6. 7.). 코호트 연구와 환자-대조군 연구. https://hineca.kr/1846.
41	특이도	Specificity	- 양성과 음성으로 대상을 분류하는 이진분류에서 음성으로 분류된 개체 중에서 실제로도 음성인 개체의 비율 - 분류 성능을 평가하는 대표적인 방법으로 값이 높을수록 음성 표본에 대한 분류 성능이 좋다는 것을 의미함 - 주로 질병 진단 등에서 많이 활용됨	통계청 「통계용어사전」. Statistics Korea. https://kostat.go.kr/statisticalTermList.es?mid=a10506000000.
42	트림-앤-필 방법	trim-and-fill method	메타분석에서 깔때기 도표(funnel plot)의 비대칭성을 이용해 출판 바이어스를 탐지하고 보정하기 위한 비모수적 방법으로, 누락된 연구를 통계적으로 추정하여 편향이 보정된 효과 값을 제시함	Shi, L., & Lin, L. (2019). The trim-and-fill method for publication bias: practical guidelines and recommendations based on a large database of meta-analyses. <i>Medicine</i>, 98(23), e15987.
43	퍼널 도표 (깔때기 도표)	Funnel plot	메타분석에서 출판 바이어스 등의 존재 여부를 확인하기 위해 사용되는 시각적 도구로, 개별 연구의 효과 추정치와 표본 규모 간의 관계를 산점도로 표현한 그래프	Sterne, J. A. C., & Harbord, R. M. (2004). Funnel Plots in Meta-analysis. <i>The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata</i>, 4(2), 127-141.
44	표준화 평균차	Standardized mean difference (SMD)	- 메타분석에서 동일한 결과를 서로 다른 척도로 측정된 연구들을 통합할 때 사용하는 요약통계량 - 각 연구의 평균차를 표준편차로 나누어 표준화한 효과크기	Gallardo-Gómez D, Richardson R, Dwan K. Standardized mean differences in meta-analysis: A tutorial. <i>Cochrane Evid Synth Methods</i>. 2024;2(3):e12047. Published 2024 Mar 10.
45	환경담배연기	Environmental tobacco smoke (ETS)	컬러, 시가, 파이프 등 흡연으로 제품의 끝부분이 탈 때 발생하는 비주류연기 (side-stream smoke, SS)와 흡연자의 폐를 거쳐 발생하는 주류연기 (mainstream smoke, MS)의 혼합물	임종명, & 이진홍. (2014). 환경담배연기로 인한 실내공기 중 PM_{2.5} 및 미량성분 오염 특성. 대한 환경공학회지, 36(5), 317-324.
46	휘발성 유기화합물	Volatile organic compounds (VOC)	- 끓는 점이 낮아서 대기 중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기 화합물을 총칭함 - 대개의 경우 저농도에서 악취를 유발하고 환경 및 인체에 직접적으로 유해한 영향을 미침	- 환경부 수도권대기환경청. (n.d.). 휘발성유기화합물질 설명. https://www.me.go.kr/mamo/web/index.do?menuId=10006. - 환경보건종합정보시스템.(n.d.). 실내공기_휘발성유기화합물 https://www.ehtis.or.kr/cmnu/sym/mnu/mpm/111021204/htmlCnView.do.

담배폐해 기획보고서

간접흡연