

# SMOKING RISK



## 한국인의 흡연 습성과 건강 위해



# 들어가며



세계보건기구(WHO)에 따르면 전 세계 약 600만 명이 흡연으로 사망하고 약 100만 명은 간접흡연으로 사망합니다. 흡연 관련 사망자 수는 계속 증가해 2030년에는 연 800만 명으로 증가할 것으로 예상합니다. 2019년 기준 국내 흡연 관련 사망자 수는 58,036명\*으로 매일 159명이 작·간접적인 흡연으로 인해 사망하고 있습니다.

\* 참조: 질병관리청. Because of smoking: 흡연으로 인한 국내 사망자 수와 사회경제적 비용. 2022.3.

세계 10대 사망원인에 속하는 허혈성심장질환, 뇌졸중, 만성폐쇄성폐질환 등은 흡연과 밀접한 연관이 있습니다. 지금까지의 흡연과 질병 발생 간 연구는 담배 중 유해성분의 함량을 측정하거나 설문조사로 수집한 연구 대상자의 흡연 행태 정보를 분석하여 흡연 위해도를 평가하였습니다. 이러한 연구방법은 개인별 각기 다른 흡연 습성이 제대로 반영되지 않기 때문에 실질적인 흡연의 건강 영향을 확인하는 데는 한계가 있었습니다.

질병관리청에서는 2019년부터 2021년까지 연세대학교 임영욱 교수팀에 의뢰해 한국인 특유의 흡연 습성을 확인하고, 이에 따른 흡연 노출 생체지표 및 질환 발생과의 관련성 분석을 통해 흡연 위해평가 연구를 시행하였습니다. 이 소책자는 질병관리청에서 해당 연구결과를 간략하게 요약해 국민에게 알려드리고자 제작하였습니다.



## ① 한국인의 흡연 습성, “더 빨리”, “더 깊게”

### ■ 흡연 습성 실험 방법

- 실험기간: 2020년 4월 15일~8월 31일
- 실험참가자: 현재 일반담배(결련 혹은 연초) 흡연자 100명
- 흡연 습성 측정기기: CReSS pocket device 이용(그림 1)

그림 1. 흡연 습성 측정기기: CReSS pocket device

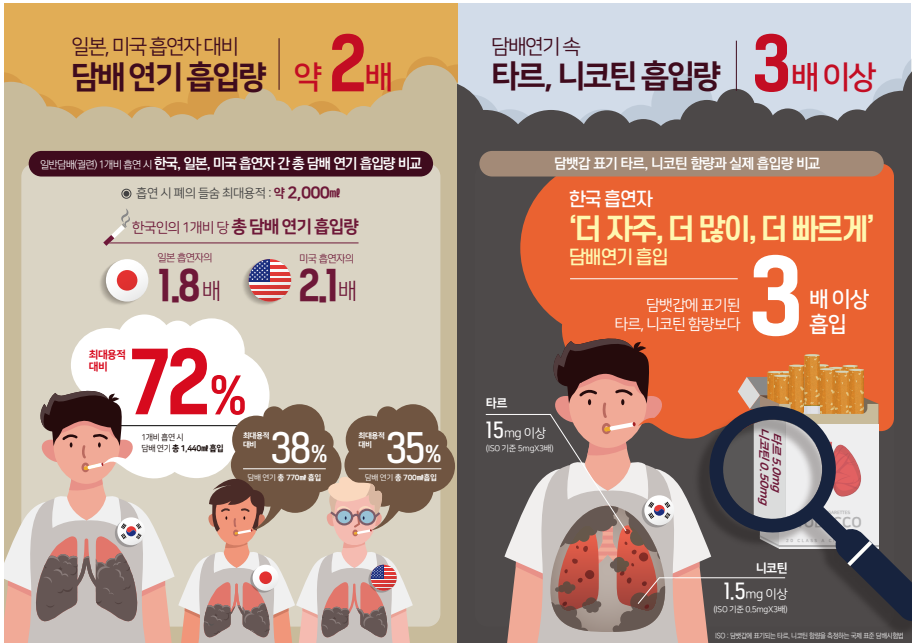


- 측정 방법: 실험 참가자들은 흡연 습성 측정기기를 이용해 24시간 동안 평소처럼 담배를 피움
- 측정 항목: 일반담배 한 개비당 흡입 횟수(puff count), 1회 흡입량(puff volume), 흡연 시간(puff duration), 평균 담배 연기 흡입 속도(average flow), 최대 담배 연기 흡입 속도(peak flow), 최대 담배 연기 흡입에 걸리는 시간(time to peak), 다음 담배 연기 흡입까지의 간격(inter puff interval, IPI)
- 설문조사: 흡연 습성 측정 후 실험 참가자들의 건강 관련 기초조사(취침, 기상, 식사, 음주 등) 및 측정기기를 이용한 흡연 경험 정보 등을 설문조사를 통해 수집함

### ■ 흡연 습성 실험 결과 분석

- 한국 흡연자들에 대한 흡연 습성 실험결과와 일본, 미국 흡연자들의 흡연 습성 결과를 비교하였음
- 한국 흡연자들은 일본 흡연자들보다 하루 평균 총 흡연하는 담배 개비수가 적었음
- 그러나, 일본 흡연자보다 한국 흡연자는 담배 한 개비 흡연 시 담배 연기 흡입 횟수(Puff Count)와 흡입 시 들이마시는 연기량(Puff Volume)이 많고, 흡입 시간도 길어 한 개비당 총 담배 연기 흡입량이 많았음
- 결론적으로, 한국, 일본, 미국 흡연자의 흡연 습성을 비교한 결과 한국 흡연자가 담배 연기를 더 자주 빨아들이고, 깊이 빠른 흡연 습성을 확인할 수 있었음

그림 2. 우리나라 흡연자의 흡연습성



\* 한국, 일본, 미국 흡연자의 담배연기 흡입량은 조사 시점에 차이가 있음

일본인, 미국인 흡연 습성 정보 출처

- 일본 : Matsumoto, M., Inaba, Y., Yamaguchi, I., Endo, O., Hammond, D., Uchiyama, S., & Suzuki, G. (2013). Smoking topography and biomarkers of exposure among Japanese smokers: associations with cigarette emissions obtained using machine smoking protocols. *Environmental health and preventive medicine*, 18(2), 95-103.
- 미국 : Chung, S., Kim, S. S., Kini, N., Fang, H. J., Kalman, D., & Ziedonis, D. M. (2015). Smoking topography in Korean American and white men: Preliminary findings. *Journal of immigrant and minority health*, 17(3), 860-866.

## ② 한국인의 흡연 습성을 고려하면 담배 연기 속 미량의 유해물질도 위험하다

### ■ 조사방법

- 식품의약품안전처(식약처)는 <표 1>과 같이 담배 연기(주류연\*) 속 일부물질인 42종에 대한 함량정보를 제공하고 있음

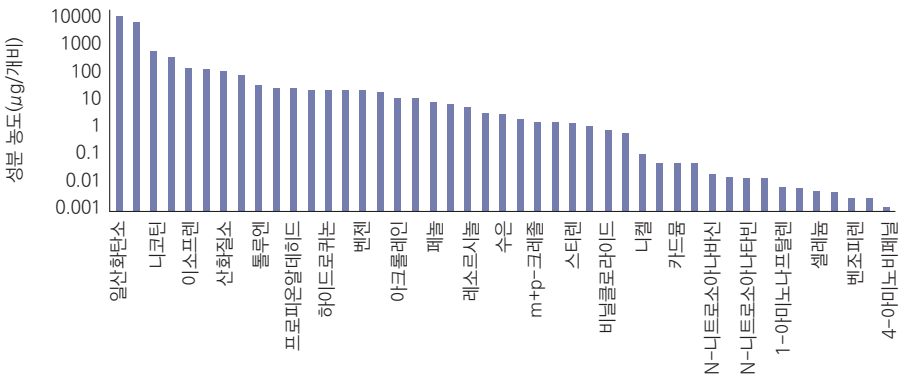
\* 주류연: 흡연 시 흡연자의 입안으로 직접 빨려 들어오는 연기를 말하며, 그렇지 않은 것은 '부류연'이라고 함

표 1. 식품의약품안전처에서 제시한 담배 주류연 중 42종 물질 목록

VOCs (9종)	카르보닐류 (8종)	중금속류 (7종)
- 1,3- 부타디엔 - 이소프렌 - 아크릴로니트릴 - 벤젠 - 톨루엔 - 피리딘 - 스티렌 - 퀴놀린 - 비닐클로라이드	- 포름알데히드 - 아세트알데히드 - 아세톤 - 아크롤레인 - 프로피오알데히드 - 크로날데히드 - 메틸에틸케톤 - 부틸알데히드	- 수은 - 니켈 - 납 - 카드뮴 - 크롬 - 비소 - 셀레늄
NAs (4종)	기타 (14종)	
- N-니트로소노르니틴 (NNN) - 니트로소메틸아미노피리딜 부다논(NNK) - N-니트로소아나바신 (NAB) - N-니트로소아나타빈(NAT)	- 시안화수소 - 암모니아 - 1-아미노나프탈렌 - 2-아미노나프탈렌 - 3-아미노비페닐 - 4-아미노비페닐 - 벤조피렌	- 질소산화물 - 하이드로퀴논 - 레소르시놀 - 카테콜 - 페놀 - m+p-크레졸 - o-크레졸

- 식약처 분석에 사용된 담배제품의 니코틴 함량은 0.4-0.5mg 수준이었음
- 흡연 습성 분석에 사용된 국내외 5개 담배제품의 주류연 속 특정 성분의 농도를 비교한 결과는 <그림 2>과 같음
- 분석 결과 국내외 5개 담배제품의 연기 속에 포함된 물질에는 차이가 없는 것으로 나타남

그림 3. 국내외 5개 담배 제품별 주류연 성분 농도 비교



- 식약처의 담배 연기 주류연 성분 분석에 사용된 담배제품은 니코틴 함량이 0.5mg의 담배제품이기 때문에 앞서 흡연 습성 실험에 참여한 대상자 100명 중 니코틴 함량 0.1~0.2mg의 담배제품을 사용하는 흡연자 30명에 관한 데이터는 제외하고 나머지 70명에 대한 개인별 위해평가를 진행하였음
- 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 방법(표 2)과 네덜란드 국립의료원(Dutch National Institute for Public Health and Environment, RIVM) 방법(표 3)으로 도출된 분석 값을 모두 비교하였으며, 분석에 사용된 흡연 습성 변수는 70명 각각의 개별 변수(한국인 개별값)와 한국인의 흡연 습성 대푯값 변수(한국인 표준값)를 추가로 구분하여 비교하였음
- WHO 방법은 흡연자의 흡연 습성을 고려하지 않고 일일 흡연량을 고려해 유해물질 노출량을 분석하나, RIVM 방법은 일일 흡연량과 흡연 습성을 고려해 유해물질 노출량을 분석함

표 2. WHO의 흡연 시 유해물질 노출량 평가 수식

$$EC_{WHO} = \frac{C_{Cig} \times CPD \times ED \times EF}{IR \times AT}$$

주요변수		단위
$EC_{WHO}$	물질 노출량	mg/m <sup>3</sup>
$C_{Cig}$	한 개비당 성분 농도	mg/개비
CPD	하루 흡연량	개비/일
ED	노출 기간	년
EF	노출 빈도	일/년
IR	호흡률	m <sup>3</sup> /일
AT	평균시간(70년)	일

표 3. RIVM의 흡연 시 유해물질 노출량 평가 수식

$$EC_{RIVM} = \frac{RC \times PV \times PC \times C_{Cig} \times CPD \times ED \times EF}{V_{ISO} \times IR \times AT}$$

주요변수		단위
$EC_{RIVM}$	물질 노출량	mg/m <sup>3</sup>
RC	담배 연기 폐포 흡입량	-
PV	퍼프 볼륨(1회 흡입량)	ℓ / 흡입 횟수
PC	퍼프 횟수(개비 당 흡입 횟수)	흡입 횟수/개비
$C_{Cig}$	한개비당 성분 농도	mg/개비
$V_{ISO}$	분석 기기가 포집한 주류연 부피	ℓ / 개비
CPD	하루 흡연량	cig/일
IR	호흡률	m <sup>3</sup> /일
ED	노출 기간	년
EF	노출 빈도	일/년
AT	평균시간 (70년)	일

- 위해도 분석방법: 대상 물질의 발암 분류 등급을 고려하여 발암성 물질은 평생초과 발암 위해도(Excess Cancer Risk, ECR), 비발암 독성물질은 유해지수(Hazard Quotient, HQ)를 아래 수식과 같이 산출함. 이때 노출 빈도 및 노출 기간은 실험 참여대상자의 개인 흡연습성 정보를 적용함

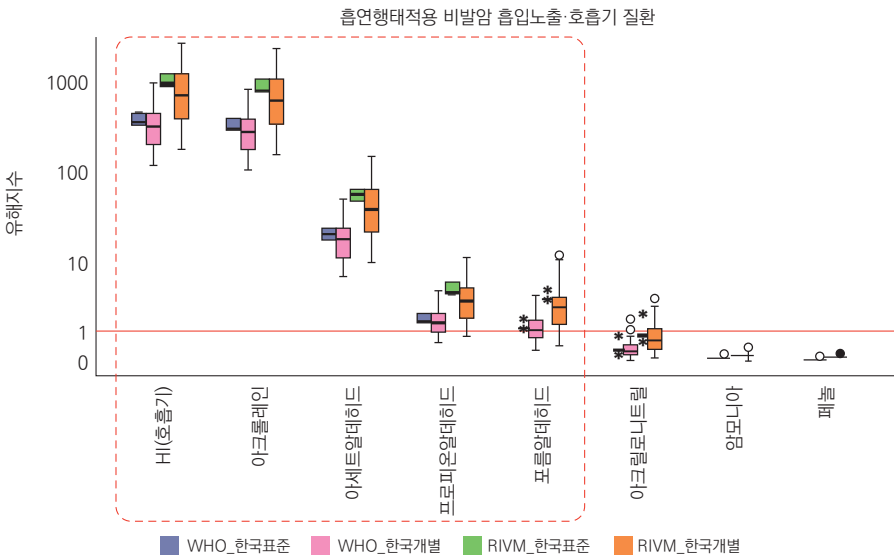
※ ECR = 인체 노출량(mg/m<sup>3</sup>) × 발암성 물질에 해당하는 흡입 단위 위해도(per mg/m<sup>3</sup>)

※ HQ = 인체 노출량(mg/m<sup>3</sup>) ÷ 물질의 흡입독성 참고치(mg/m<sup>3</sup>)

## ■ 조사결과

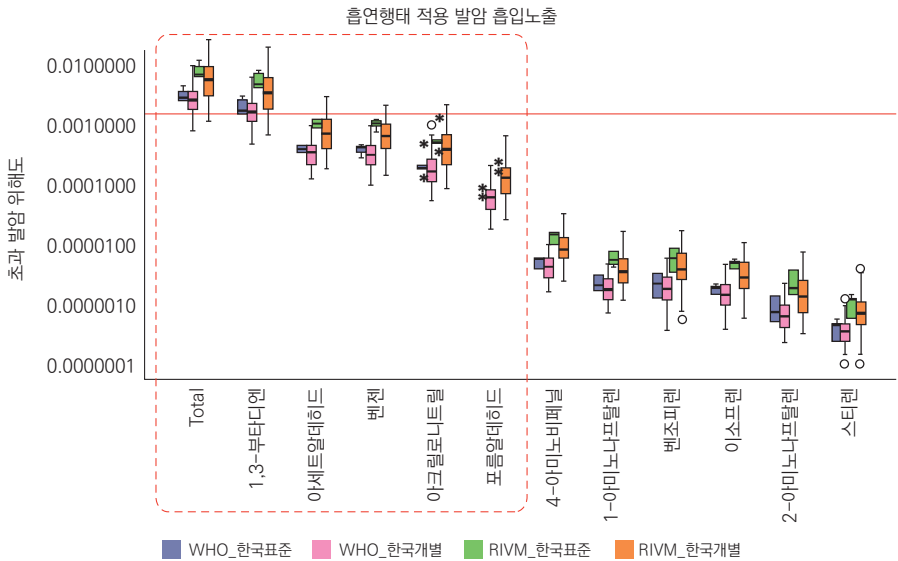
- 비발암 독성물질 위해평가에서는 유해지수(Hazard Quotient, HQ)가 1을 초과할 경우 인체에 독성 반응의 가능성이 크다는 것을 의미하고, 건강에 미치는 영향이 높은 것으로 평가하므로 잠재적 위해가 있는 상태라고 해석할 수 있음
- 조사에 참여한 흡연자의 개인별 현재 흡연 습성과 주류연 성분분석 농도를 이용하여 주류연 중 유해물질 노출량을 추정하였으며, 유해물질별 흡입독성 참고농도를 고려하여 각 물질에 해당하는 유해지수를 산출함
- 흡입독성 참고대상 질환을 호흡기 질환 기준으로 구분하였으며, WHO방법보다 RIVM방법에서 평균값이 더 높고 허용 가능 수준을 넘는 물질은 아크롤레인, 아세트알데히드, 프로피온알데히드, 포름알데히드로 조사되었음

그림 4. 비발암 독성물질 흡입 노출 위해평가 - 유해지수



- 발암 독성물질 위해평가의 경우 초과 발암 위해도는 발암성 독성물질 노출에 따른 추가적인 암 발생 확률을 의미하며, 초과발암 확률이  $1 \times 10^{-4}$ (1,000명당 1명 암발생) 이상이면 '위해가 있다'고 판단하고,  $1 \times 10^{-6}$ (1,000,000명당 1명 암발생) 이하이면 '위해가 없다'고 판단함
- 흡연 습성이 적용된 발암 독성물질 흡입 노출 위해평가 결과, RIVM 방법이 WHO 방법보다 모든 조사대상 독성물질에서 ECR값이 낮았음
- WHO 방법이 담배 연기가 100% 흡수되는 보수적인 방법으로 알려져 있지만, 주류연 성분분석시 포집 조건에 따라 개비당 포집량을 ISO방법인 455mL로 계산하였음
- RIVM 방법 적용 시 주류연 성분분석 방법을 단위 부피당 농도로 계산하였고, 실제 한국 흡연자의 일반담배 1개비당 흡입 부피는 약 1,400mL로 조사됨
- 담배 연기가 폐에서 흡수되는 흡입량 70%를 고려하여도 약 980ml 정도로 총 담배 연기 흡입량이 WHO 방법보다 높아 위해평가 결과도 높은 것으로 판단됨
- RIVM 방법 기준으로 허용 가능한 수준(1,000,000명당 1명 암발생,  $1 \times 10^{-6}$ )을 초과한 발암물질은 1,3-부타디엔, 아세트알데히드, 벤젠, 아크릴로니트릴, 포름알데히드로 조사되었음

그림 5. 발암 독성물질 흡입 노출 위해평가 - 초과 발암 위해도





### ③ 한국 흡연자는 자신이 느끼는 흡연시간보다 더 길게 흡연한다

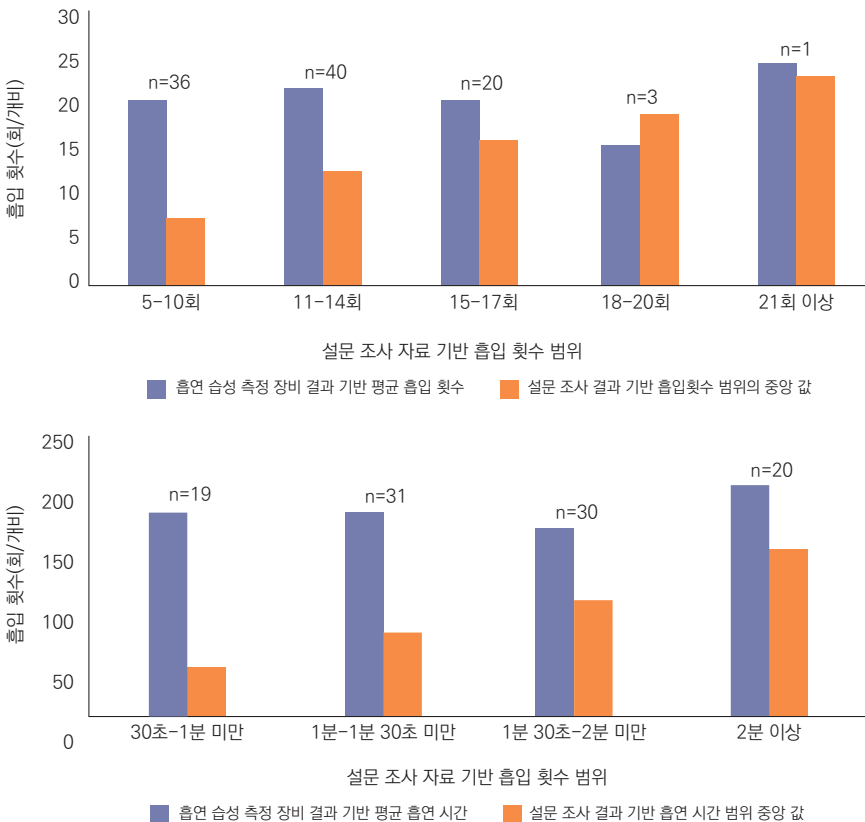
#### ■ 조사방법

- 한국인 흡연 습성 실험조사에 참여한 흡연자 100명을 대상으로 실시한 설문조사 결과와 흡연 습성 측정기기를 활용한 실제 흡연 습성을 비교하였음

#### ■ 조사결과

- 설문 시 흡연자들의 일반담배 한 개비당 흡입 횟수와 흡연 시간은 각각 5회부터 21회 이상 사이, 30초에서 2분 이상 사이에 고르게 분포되어 있었으나, 흡연 습성 측정기기 상에서 확인된 실제 일반담배 한 개비당 평균 흡입 횟수와 흡연 시간이 설문조사에서 나타났던 응답 범위보다 높게 나타남. 특히, 한국 흡연자는 자신이 인지하는 것보다 실제 흡연시간이 더 긴 것으로 나타났음

그림 6. 흡연 습성 관련 설문조사 결과와 흡연 습성 측정기기 결과 간 담배 연기 흡입 횟수와 흡연 시간 비교



## ④ 흡연 습성에 따라 흡연 노출 생체지표 농도는 달라진다

### ■ 조사방법

- 흡연 습성 실험 참가자 100명을 대상으로 소변 중 흡연 노출 생체지표(코티닌\*, 하이드록시코티닌)를 측정한 후 흡연 습성과 생체지표를 비교하였음

\* 코티닌: 코티닌은 니코틴 대사물질로 소변 중 코티닌이 많을수록 니코틴이 몸에 많이 흡수되었다는 것을 의미함

### ■ 조사결과

- 하루에 흡연하는 평균 담배 개비 수와 일일 총 담배 연기 흡입 횟수 및 흡입량은 소변 중 코티닌 함량과 양의 상관성을 보였으며, 이는 담배 연기에 더 많이 노출된다는 의미임

그림 7. 일일 총 흡연 개비수와 소변 중 코티닌 농도 비교

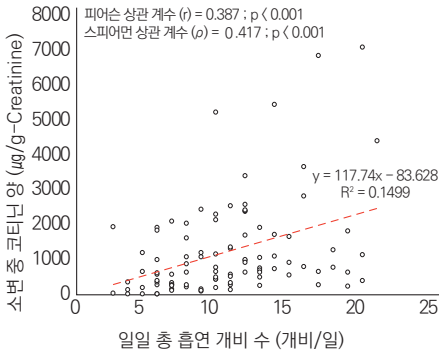


그림 8. 일일 총 흡입 횟수와 소변 중 코티닌 농도 비교

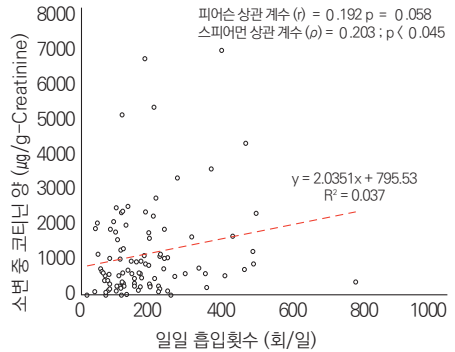
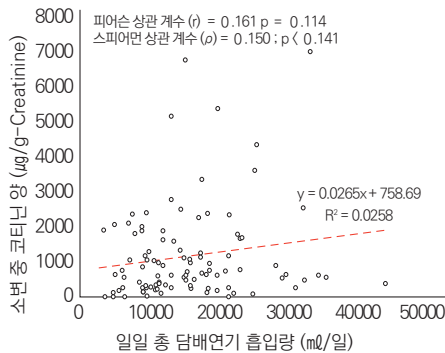


그림 9. 일일 총 담배 연기 흡입량과 소변 중 코티닌 농도 비교



## ⑤ 니코틴 의존도에 따라 흡연 습성이 달라진다

### ■ 조사방법

- 흡연 습성 실험 참가자 100명을 대상으로 설문조사를 통해 확보한 니코틴 의존도 정보와 흡연 습성 측정 결과를 비교하였음

### ■ 조사결과

- 니코틴 의존도가 높은 흡연자는 그렇지 않은 흡연자에 비해 하루 담배 연기 흡입량, 흡입 횟수, 흡연 개비수가 더 많은 것으로 나타남(그림 10, 11, 12)

그림 10. 니코틴 의존도에 따른 하루 담배 연기 흡입량 비교

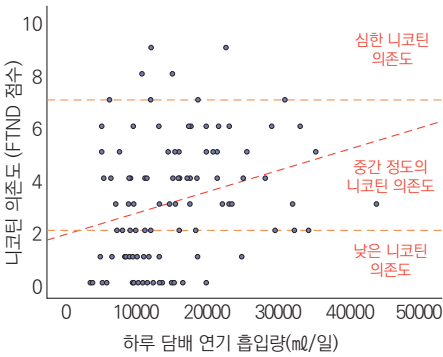


그림 11. 니코틴 의존도에 따른 하루 담배 연기 흡입 횟수 비교

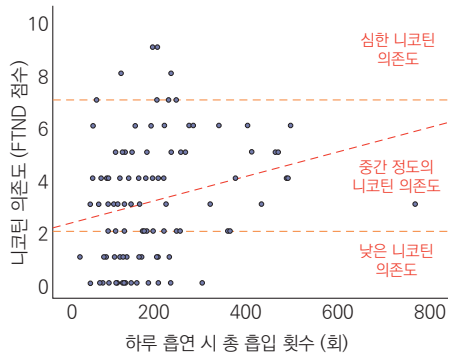
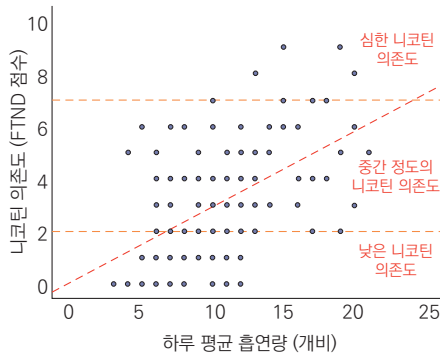


그림 12. 니코틴 의존도에 따른 하루 흡연 개비 수 비교



## ⑥-1 흡연 관련 질환 발생 위험도는 인구집단 수준보다 개인 수준에서 더 크다

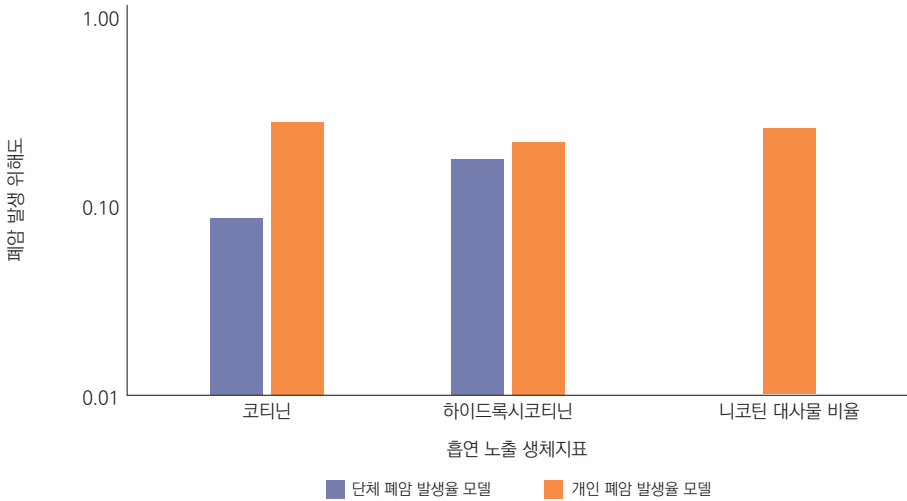
### ■ 조사방법

- 흡연 습성 실험 참가자 100명을 대상으로 소변 중 흡연 노출 생체지표인 코티닌, 하이드록시코티닌, 니코틴 대사물 비율(Nicotine metabolite ratio, NMR; 하이드록시코티닌:코티닌)을 측정함
- 흡연자 100명의 생체지표 분석 결과를 활용해 인구집단 수준의 폐암 발생 위험도(질병이 발생할 확률)와 개인 수준의 폐암 발생 위험도를 비교함
  - \* 인구집단 수준의 폐암 발생 위험도: 나이, 성별과 관계없이 대상자의 소변 중 흡연 노출 생체지표 농도만을 기반으로 한 폐암 발생 확률
  - \* 개인 수준 폐암 발생 위험도: 나이, 성별, 소변 중 흡연 노출 생체지표 농도(NMR 포함), 총 3가지 변수를 기반으로 한 폐암 발생 확률
  - ※ NMR은 흡연자의 니코틴 대사 속도의 지수로서 개인 변수로만 분석 가능함
- 흡연자 100명의 생체지표 분석 결과를 활용해 개인 수준에서의 심·뇌혈관질환 발생 위험도를 예측함

### ■ 조사결과

- 개인 수준에서의 폐암 발생 위험도가 인구집단 수준에서의 폐암 발생 위험도보다 큼
- 코티닌 농도에 따른 인구집단 수준에서의 폐암 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 100명 중 평균 8명에서 폐암이 발생할 수 있다는 것을 의미하고, 최소 폐암 발생 위험도는 10,000명 중 6명, 최대 발생 위험도는 10명 중 5명으로 나타남
- 하이드록시코티닌 농도에 따른 인구집단 수준에서의 폐암 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 10명 중 평균 2명에서 폐암이 발생할 수 있다는 것을 의미하고, 최소 폐암 발생 위험도는 1,000명 중 1명, 최대 발생 위험도는 10명 중 8명으로 나타남
- 코티닌 농도에 따른 개인 수준에서의 폐암 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 중에서의 폐암 발생률은 26%이며 최소 폐암 발생률 범위는 0.62~94%로 나타남
- 하이드록시코티닌 농도에 따른 개인 수준에서의 폐암 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 중에서의 폐암 발생률은 21%이며 최소 폐암 발생률 범위는 0.66~75%로 나타남
- NMR에 따른 개인 수준에서의 폐암 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 중에서의 폐암 발생률은 24%이며 최소 폐암 발생률 범위는 1.1~93%로 나타남
- 개인별 폐암 발생 위험도에서 분석 물질인 코티닌, 하이드록시코티닌, NMR의 폐암 발생 위험도 결과에 대해서는 통계적으로 차이가 없었음
- 코티닌 농도에 따른 심·뇌혈관질환 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 중에서의 심·뇌혈관질환 발생률은 16%이며 최소 심·뇌혈관질환 발생률 범위는 1~65%로 나타남
- 하이드록시코티닌 농도에 따른 심·뇌혈관질환 발생 위험도 분석 결과, 본 조사에 참여한 흡연자 중에서의 심·뇌혈관질환 발생률은 14%이며 최소 심·뇌혈관질환 발생률 범위는 1~47%로 나타남

그림 13. 흡연 노출 생체지표별 개인 및 인구집단 수준에서의 폐암 발생 위험도 비교

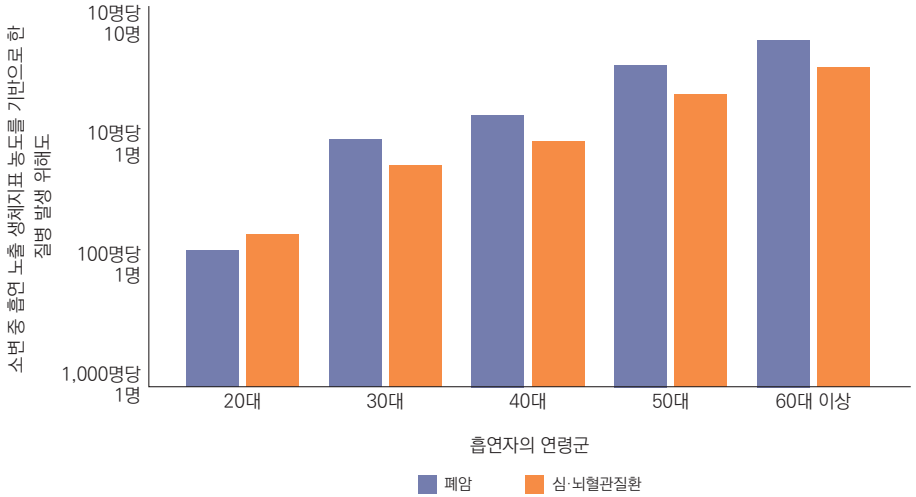


## ㉞-2 흡연으로 인한 폐암, 심·뇌혈관질환 발생 위험도는 흡연기간이 길수록 증가한다

### ■ 조사결과

- 30대 이상의 흡연자는 폐암 발생 확률이 급격히 증가하는 것으로 나타났고, 폐암과 심·뇌혈관 발생 위험도가 10명당 1명을 초과하는 것으로 나타남
- 흡연기간이 3년 이상인 50대 이상 흡연자는 폐암 발생 확률이 10명당 7-8명으로 증가함
- 심·뇌혈관 질환의 경우 흡연기간이 3년 이상인 50대 이상 흡연자에서 10명 중 5명 이상에서 심·뇌혈관질환이 발생하는 것으로 나타남
- 연령이 증가함에 따라 폐암, 심·뇌혈관 질환의 발생률이 증가한다는 것은 오랜 기간 흡연했다는 것을 의미함
- 금연 시기를 앞당길수록 질병 발생 위험도가 감소하는 만큼 하루라도 빨리 금연하는 것이 중요하다는 것을 의미함

그림 14. 흡연기간에 따른 연령별 폐암, 심·뇌혈관질환 발생 위험도 비교



• 흡연한지 얼마 되지 않은 20대 흡연자의 폐암 발생률보다 흡연기간이 긴 60대 이상 흡연자의 폐암 발생률이 68% 이상 증가함. 이는 심·뇌혈관질환 발생률에서도 유사한 경향을 보임

그림 15. 흡연자 연령별(흡연기간) 폐암 발생률 비교

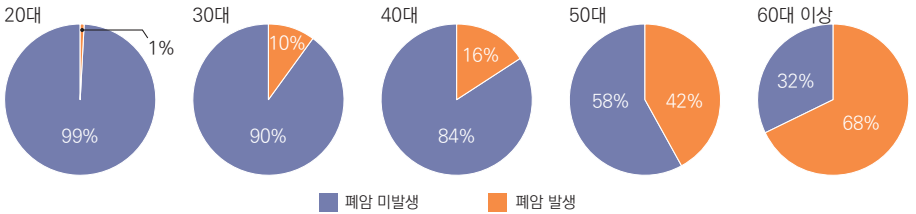
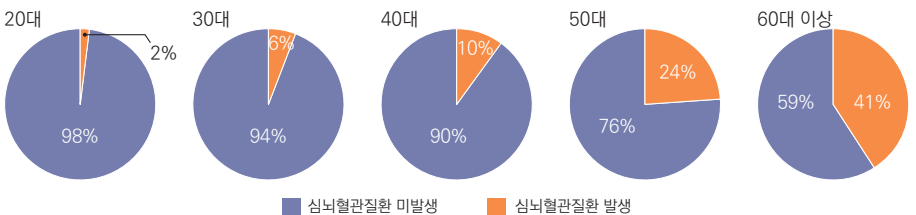


그림 16. 흡연자 연령별(흡연기간) 심·뇌혈관질환 발생률 비교

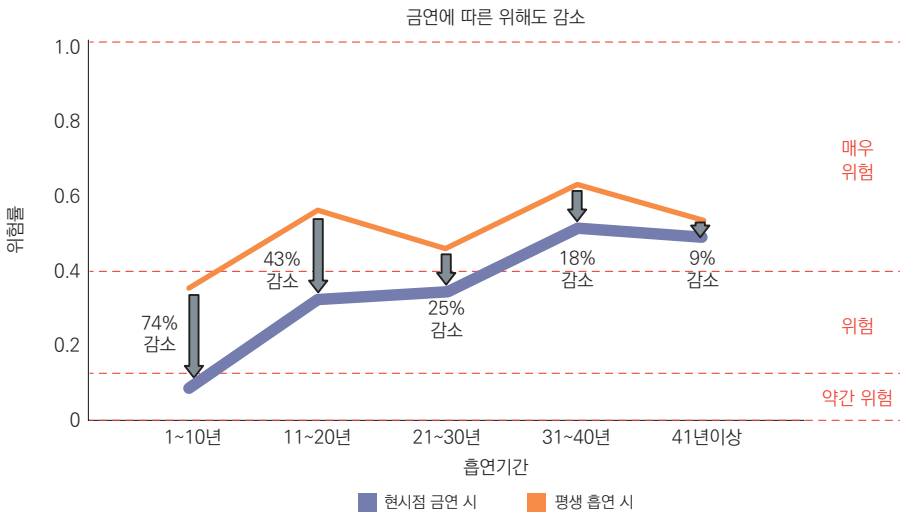


### ⑥-3 한국 흡연자의 흡연 습성을 적용한 결과 흡연기간이 짧을수록 질병 발생률은 감소한다

#### ■ 조사결과

- 한국 흡연자의 현재 흡연 습성을 적용할 수 있는 RIM방법으로 흡연기간에 따른 질병 발생 위험도와 현시점 금연 시 발암 위험도를 비교하였음. 그 결과, 흡연기간이 짧을수록, 현시점 금연 시 발암 위험도가 큰 폭으로 감소하였음
- 금연만으로도 각종 질병의 발생 위험률을 큰 폭으로 낮출 수 있음
- 유해물질의 축적 정도가 작을수록 질병 발생 위험도가 감소함. 즉, 나이가 어릴수록 금연효과가 빠르고, 크게 나타남
- 폐의 경우 장기간 유해물질이 쌓이면 질병 발생률이 급격히 증가함. 이는 폐 기능 저하로 병원성균에 노출 시 쉽게 질병에 걸릴 가능성이 증가함
- 약해진 폐 기능으로 인해 코로나-19와 같은 호흡기감염병에 걸릴 확률이 커짐
- 약해진 폐 기능은 질병 회복 속도를 늦추고 회복에 어려움을 줌
- 심-뇌혈관계질환의 경우 흡연으로 인해 갑작스럽게 발생할 확률이 높음

그림 17. 흡연 지속 유무에 따른 발암 위험도 비교



1. 본 책자에 수록된 내용은 법적 효력이 있는 사항이 아니며, 개별사항에 따라 다르게 해석할 수 있으니 참고용으로만 활용하시기 바랍니다.
2. 이 책자의 내용을 참고문헌, 세미나, 기타 분석 등에 인용 시에는 자료를 밝혀주시기 바랍니다.

\* 연구용역명 : 생체지표 및 흡연 습성 기반의 흡연 위해성 평가 연구(19-21)

