

우울증 위험요인에 관한 다수준 분석: 전라북도 주민을 대상으로

손정우
전북대학교 의과대학 예방의학교실

Multilevel Analysis on the Risk Factors for Depression in Jeollabuk-do

Jungwoo Sohn
Department of Preventive Medicine, Jeonbuk National University Medical School

= Abstract =

Objectives: The purpose of this study was to identify the individual and regional risk factors on depression using community-based data in Jeollabuk-do.

Methods: This cross-sectional study obtained data from the Community Health Survey 2018 in Jeollabuk-do. The dependent variable was depression measured by Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9). The prevalence of depression was defined if total score of PHQ-9 was 10 or higher. A multilevel analysis was conducted to consider individual and regional level independent variables that could be risk factors for depression.

Results: In the individual level, female gender and smokers had significantly higher odds ratios (ORs) for depression of 1.58 and 1.72, respectively. Subjects with economic activity, higher income and higher education had significantly lower ORs of 0.53, 0.41 and 0.66. In the regional level, higher greening rates and lower levels of PM_{2.5} had statistically lower ORs at the significance level of 10%.

Conclusion: By conducting this study, risk factors associated with depression were identified in individual- and regional-level. This study suggests that health projects are needed to control regional level risk factors including community networks for mental health management in addition to the traditional individual level risk factors.

Key words: Depression, Risk factor, Multilevel analysis

* Received November 16, 2022; Revised December 8, 2022; Accepted December 14, 2022.

* Corresponding author: 손정우, 전라북도 전주시 덕진구 건지로 20, 전북대학교 의과대학 예방의학교실(우. 54907)
Jungwoo Sohn, Department of Preventive Medicine, Jeonbuk National University Medical School, 20 Geonji-ro, Jeonju, 54907, Korea

Tel: +82-63-270-3096, Fax: +82-63-274-9881, E-mail: jsohn63@jbnu.ac.kr

서 론

우울증은 정신과적 질환 중에서 가장 흔한 질환으로, 세계보건기구(WHO)에 의하면 전 세계적으로 3억명 이상이 우울증을 겪고 있으며 2005년부터 2015년까지 유병 인구가 약 18% 이상 증가한 것으로 추산된다[1]. 우울증은 삶의 질과 직접적으로 연결되어 있으며 자살의 가장 큰 위험 요인이자[2] 유병시 만성질환의 위험 또한 높기 때문에[3], 전 세계적으로 가장 중요한 건강문제 중 하나라 할 수 있다. 우울증에 영향을 미치는 요인으로는 전통적으로 인구사회학적 요인과 건강행태, 만성질환 유병 여부 등 개인 수준의 요인들이 잘 알려져 있으며[4] 특히 지역사회 노인들의 경우 우울증 발생의 위험요인으로 배우자 유무, 소득수준 및 교육수준, 혈관성 위험요인 등이 연관성이 있음이 알려진 바 있다[5]. 이와 같은 전통적인 개인수준의 위험 요인 외에도 우울증 유병에 있어 지역사회 내 이웃과의 접근성 및 상호관계 또한 중요한 요소이며[6] 최근에는 미세먼지와 같은 환경적인 요인 또한 연관성이 있음이 보고되고 있어[7], 우울증과 연관성이 있는 다양한 개인 수준의 요인들과 환경 요인을 비롯한 지역 수준의 요인들을 포괄적으로 탐색하고 규명하는 연구가 이루어질 필요가 있다. 따라서 이번 연구에서는 전라북도의 19세 이상 성인을 대상으로 우울증과 연관성이 있는 개인수준 요인과 도내 14개 시군의 지역수준 요인을 모두 고려한 다수준 분석(multilevel analysis)을 시행하여 우울증 위험요인을 탐색하고 향후 정책적 대안 마련을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

연구 방법

1. 분석대상 및 자료수집

이 연구는 대한민국 전체 시군구를 대상으로 시행하고 있는 국가단위 조사인 지역사회건강조사의 2018년 원시자료를 주로 활용하였다. 2018년 지역사회건강조사는 대한민국 내 19세 이상 성인을 대상으로 2018년 8월 16일부터 10월 31일

까지 훈련된 조사원이 표본으로 선정된 가구에 직접 방문하여 1대1 면접조사를 통해 자료 수집이 진행되었다[8]. 이 연구의 분석 대상자는 전체 지역사회건강조사 조사 대상자 중 전라북도 내 14개 시군에 거주하고 있는 대상자로 한정하였으며, 조사 완료된 대상자는 총 12,479명이었다. 이들 중에서 우울증 선별도구(PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9) 문항들에 응답하였으며 동시에 이 연구에서 활용된 인구사회학적 개인 변수 문항과 지역변수 문항에 모두 응답한 11,850명을 최종 분석대상으로 선정하였다.

종속변수로는 PHQ-9를 사용하였다. PHQ-9는 총 9개의 설문 문항(일에 대한 흥미, 우울감, 수면장애, 피로감, 식욕, 불행감, 집중저하, 불안행동, 자기비하)으로 구성되어 있으며, 각 문항당 0점에서 3점으로 점수를 매겨 총합 0점에서 27점으로 산출되는 설문 도구이다. 이 연구에서는 가장 타당도가 높은 분류 방법으로, PHQ-9의 점수 총합이 10점 이상일 경우 우울증이 있는 것으로, 10점 미만일 경우 없는 것으로 정의하였다[9]. 독립변수는 개인수준의 변수와 지역수준의 변수로 구분하여 적용하였다. 개인수준의 변수로는 나이, 성별, 연 가구소득, 고혈압/당뇨병 진단 경험 여부, 현재 흡연 여부, 연간 음주 여부, 경제활동 여부, 교육 수준 등 모두 지역사회건강조사에서 조사한 문항들을 사용하였다. 지역수준의 변수는 지역사회건강조사에서 조사한 문항이 많지 않고, 집단수준의 분석에서 개인수준의 변수를 집계한 자료만 사용할 경우 생태학적 오류가 발생할 가능성이 있어[10] 이를 최소화하였다. 지역수준의 변수 중 지역사회건강조사의 변수로는 지역사회 내 운동시설 접근성을 사용하였으며, “최근 1년 동안 본인이 거주하고 있는 지역에서 운동을 할 수 있는 장소를 쉽게 찾을 수 있었습니까?”의 문항에 대해 “매우 쉬웠다” 또는 “쉬운 편이었다”로 응답한 해당 시군 대상자의 백분율(%) 값을 그 값으로 하였다. 그 외 2018년의 시군구별 녹지율(도시지역에서 녹지지역이 차지하는 면적의 비율), 인구 천명당 의료기관 종사 의사 수, 재정자립도(일반회계의 세입 중 지방세와 세외수입의 비율,

세입과목개편후)의 경우 통계청의 e-지방지표에서 구한 값을, 2018년 연 평균PM_{2.5} 농도 값은 환경부(국립환경과학원)에서 발간한 대기환경연보(2018)에서 구한 값을 사용하였다.

2. 통계 분석

이 연구는 다수준 연구로 구체적으로는 다수준 로지스틱 회귀모형을 이용하였다. 실험연구와 달리 조사연구는 자료에 개인의 특성과 집단의 특성이 모두 포함되므로 개인수준의 종속변수가 개인 및 지역 수준의 변수들로부터 받는 영향을 하나의 틀 안에서 분석할 수 있는 다수준 연구가 적절하게 사용될 수 있다. 다수준 로지스틱 회귀모형은 이항 분포를 선형관계로 표현하기 위해 로짓 연결 함수를 사용하였으며, 임의 절편 모형(random intercept model)을 적용하여 각 시군 절편의 임의효과와 독립변수들의 고정효과를 추정하였다. 본 연구에서 사용된 회귀모형은 다음과 같다.

모형 1(null model, 영모형): 개인수준 변수와 지역수준 변수를 모두 포함하지 않은 모형

모형 2: 영모형에 개인수준 변수를 포함한 모형

모형 3: 영모형에 개인수준 변수와 지역수준 변수를 모두 포함한 모형

또한, 다수준 모형을 적용하는 것이 적합한지 여부를 판단하기 위해 종속변수의 총 분산 중 지역 수준의 분산이 차지하는 비율에 해당하는 값인 집단내 상관계수(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)를 산출하여 지역간의 차이에 의해 설명되는 분산량을 확인하고자 하였다. 기초모형에서 산출된 집단내 상관계수 값이 지나치게 낮을 경우 이는 지역수준의 특성과 종속변수의 연관성이 적은 것으로 다수준 분석이 적절하지 않다고 볼 수 있으며, 일반적으로 ICC 값이 5% 이상일 경우 지역수준의 특성이 종속변수와 연관성이 충분하여 다수준 분석이 가능한 것으로 본다[11]. 따라서 이 연구에서도 다수준 분석이 적절한지 판단하는 데 있어 이와 같은 기준에 따라 산출된 ICC값을 활용하였다. 그리고 모형 1을 시작으로 개인변수와 지역변수 추가에 의해 모형 2, 모형 3으로 진행되는 과정에서 가장 적합한

모형을 선택하기 위해, 각 회귀모형에서의 -2 로그우도(log likelihood) 값을 산출하고 모형들 사이에 -2 로그우도 값에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 카이제곱검정을 통한 이탈도 검정(deviance test)을 시행하였다. 개인변수나 집단변수를 추가한 후 -2 로그우도 값에 통계적으로 유의한 감소가 있다면, 변수를 추가한 모형이 보다 적합한 모형인 것으로 판단할 수 있다[12].

모든 분석은 SAS 9.4(SAS Institute, Cary, NC, USA)를 사용하였으며 유의수준은 기본적으로 5%로 설정하였으나 유의수준 10% 이내에 해당하는 결과 또한 별도 표기하였다.

연구 결과

전체 연구 대상자들의 개인수준 변수에 해당하는 인구사회학적 특성은 Table 1에서 제시하였다. 전체 11,580명의 대상자를 종속변수인 우울증 여부에 따라 나누면 우울증이 있는 대상자가 494명(4.3%), 없는 대상자가 11,356명(95.7%)이었다. 각 인구사회학적 변수들이 종속변수 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있는지 검정한 결과, 흡연을 제외한 모든 변수에서 유의한 차이를 보였다. 우울증이 있는 그룹의 평균 나이는 67.41세로 우울증이 없는 그룹의 평균 나이 59.63세와 비교해 유의하게 높았으며, 여성의 비율은 우울증이 있는 그룹이 69.64%로 우울증이 없는 그룹의 55.88%보다 유의하게 높았다. 그 외 우울증이 있는 그룹에서 고혈압 진단 경험, 당뇨병 진단 경험, 경제활동을 하지 않는 비율이 유의하게 높았으며, 교육수준은 유의하게 낮았다. 우울증이 있는 대상자의 평균지역수준 변수의 경우 전라북도 소재한 14개 시군의 사회경제적, 환경적 변수들의 기술통계량을 Table 2에서 제시하였다.

Table 3에서는 다수준 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과를 제시하였다. 다수준 분석을 사용하기 적합한지를 확인하기 위해, 집단내 상관계수를 산출하였으며, 이 연구에서 기초모형인 모형 1의 ICC 값은 8.8%로 산출되었으므로, 다수준 분석 사용이 적합한 것으로 판단하였다.

Table 1. 일반적 특성 - 개인수준 변수

	전체 (N=11,850)		PHQ-9 < 10 (N=11,356)		PHQ-9 ≥ 10 (N=494)		p-value
나이 (세)	59.95	(16.96)	59.63	(16.89)	67.41	(16.99)	<0.001
성별							<0.001
남	5,160	(43.54)	5,010	(44.12)	150	(30.36)	
여	6,690	(56.46)	6,346	(55.88)	344	(69.64)	
연 가구소득 (만원)							<0.001
2000 미만	5,549	(46.83)	5,195	(45.75)	354	(71.66)	
2000 이상 - 7000미만	5,374	(45.35)	5,259	(46.31)	115	(23.28)	
7000 이상	927	(7.82)	902	(7.94)	25	(5.06)	
고혈압 진단 경험							<0.001
없음	7,600	(64.14)	7,356	(64.78)	244	(49.39)	
있음	4,250	(35.86)	4,000	(35.22)	250	(50.61)	
당뇨병 진단 경험							<0.001
없음	10,282	(86.77)	9,887	(87.06)	395	(79.96)	
있음	1,568	(13.23)	1,469	(12.94)	99	(20.04)	
현재 흡연 여부							0.246
과거 흡연/비흡연	10,100	(85.23)	9,670	(85.15)	430	(87.04)	
매일 피움/가끔 피움	1,750	(14.77)	1,686	(14.85)	64	(12.96)	
연간 음주 여부							<0.001
아니오	5,216	(44.02)	4,915	(43.28)	301	(60.93)	
예	6,634	(55.98)	6,441	(56.72)	193	(39.07)	
경제활동 여부							<0.001
아니오	4,759	(40.16)	4,414	(38.87)	345	(69.84)	
예	7,091	(59.84)	6,942	(61.13)	149	(30.16)	
교육수준							<0.001
고등학교 졸업 이하	9,149	(77.21)	8,705	(76.66)	444	(89.88)	
대학교 재학 이상	2,701	(22.79)	2,651	(23.34)	50	(10.12)	

Table 2. 일반적 특성 - 지역수준 변수

	N	평균	표준편차	최솟값 - 최댓값
녹지율 (%)	14	69.38	15.68	43.93 - 93.25
인구 1000명당 의사수 (명)	14	2.46	0.57	1.90 - 4.00
재정자립도 (%)	14	11.73	7.77	5.10 - 29.20
지역사회 내 운동시설 접근성 (%)	14	72.93	8.32	59.81 - 83.92
연 평균 PM _{2.5} 농도 (μg/m ³)	14	23.93	3.85	17.00 - 30.00

Table 3. 다수준 로지스틱 회귀분석을 통한 우울증과의 연관성 분석

고정효과	모형 1		모형 2		모형 3	
	β (SE)	OR (95%CI)	β (SE)	OR (95%CI)	β (SE)	OR (95%CI)
기초모형						
intercept	0.32** (0.14)	-	0.31** (0.13)	-	0.17** (0.08)	-
개인수준						
나이			0.00 (0.00)	1.00 (0.99-1.01)	0.00 (0.00)	1.00 (0.99-1.01)
성별	남			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	여		0.46** (0.12)	1.58 (1.26-1.99)	0.46 (0.12)	1.58 (1.26-1.99)
연가구소득	<2000			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	2000-7000		-0.64** (0.13)	0.53 (0.41-0.68)	-0.64** (0.13)	0.53 (0.41-0.68)
	≥7000		-0.27 (0.24)	0.76 (0.48-1.21)	-0.29 (0.24)	0.75 (0.47-1.20)
고혈압진단	없음			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	있음		0.15 (0.11)	1.16 (0.94-1.43)	0.15 (0.11)	1.16 (0.94-1.43)
당뇨병진단	없음			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	있음		0.23* (0.12)	1.26 (0.99-1.60)	0.23* (0.12)	1.26 (0.99-1.60)
현재 흡연	아니오			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	예		0.54** (0.16)	1.72 (1.26-2.35)	0.54** (0.16)	1.72 (1.26-2.35)
연간 음주	아니오			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	예		-0.18 (0.11)	0.84 (0.68-1.03)	-0.18 (0.11)	0.83 (0.68-1.03)
경제활동	아니오			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	예		-0.91** (0.11)	0.40 (0.32-0.50)	-0.90 (0.11)	0.41 (0.33-0.50)
교육수준	고졸이하			<i>ref</i>		<i>ref</i>
	대학이상		-0.41** (0.18)	0.66 (0.46-0.94)	-0.42 (0.18)	0.66 (0.46-0.93)
지역수준						
녹지비율					0.01 (0.01)	1.01 (0.98-1.04)
의사수					1.02** (0.37)	2.77 (1.34-5.72)
재정자립도					-0.01 (0.03)	1.00 (0.94-1.05)
운동시설					-0.03* (0.02)	0.97 (0.93-1.01)
PM _{2.5}					-0.07* (0.04)	0.93 (0.85-1.01)
모형적합도						
-2 log likelihood	4002.29		3715.79**		3608.88**	

기초모형의 ICC = 0.088. *p < 0.1. **p < 0.05. Abbreviations: OR, odds ratio; 의사수, 인구 천명당 의료기관 종사 의사수; 운동시설, 지역사회 내 운동시설 접근성; PM_{2.5}, particulate matter ≤ 2.5 μm.

모형 2는 개인수준의 변수만을 포함한 모형으로 개인수준의 변수들과 우울증 유무의 연관성을 분석하였으며, -2 로그우도 값이 유의하게 감소하여 최종 모형으로 채택된 모형 3에서는 개인수준 변수와 지역수준 변수를 모두 독립변수로 포함하여

이들의 연관성을 분석하였다. 그 결과 개인수준 변수에서는 남자에 비해 여자(OR=1.58; 95%신뢰구간[CI], 1.26-1.99), 비흡연자에 비해 흡연자가(OR=1.72; 95%CI, 1.26-2.35) 우울증이 있을 오즈가 통계적으로 유의하게 높았으며 연가구소

특이 2000만원 미만인 군에 비해 2000만원이상 7000만원 미만인 군(OR=0.53; 95%CI, 0.41-0.68), 경제활동을 하고 있지 않은 군에 비해 경제활동을 하고 있는 군(OR=0.41; 95%CI, 0.33-0.50), 교육 수준이 낮은 군에 비해 교육수준이 높은 군(OR=0.66; 95%CI, 0.46-0.93)이 우울증이 있을 오즈가 유의하게 낮았다. 지역수준 변수에서는 인구 천명당 의료기관 종사 의사수가 1 증가할 때 우울증이 있을 오즈가 유의하게 높은 결과를 보였다(OR=2.77; 95%CI, 1.34-5.72).

고찰

이 연구는 우울증 유무와 연관성이 있는 위험 요인을 파악하기 위해 다수준 분석을 시행하였으며, 연구 결과 개인수준의 변수들에서 우울증에 취약할 수 있는 집단에 대한 파악할 수 있었다. 특히 여성의 경우 남성에 비해 성호르몬의 영향 등으로 우울장애의 위험이 높은 것으로 잘 알려져 있으므로[13], 여성의 정신건강을 위한 지속적인 관심과 노력이 필요할 것이다. 또한 주요 건강행태 중 하나인 흡연 여부가 우울장애를 비롯한 정신건강과도 연관성이 있다는 점에서[14] 신체 질환뿐만 아니라 정신 질환 관리를 위해서 흡연을 비롯한 개인의 건강행태 개선을 위한 건강생활 실천 유도가 필요할 것이다. 그 외 전통적인 취약집단에 해당되는 소득수준이 낮거나 경제활동을 하지 않는 집단, 교육수준이 낮은 집단이 우울증에 취약할 수 있음을 확인하였으므로 사회적 취약 집단의 정신 건강 개선을 위한 정책 사업 또한 요구된다.

지역수준 변수들에서는 시군의 인구 천명당 의사수가 증가할수록 우울증의 오즈가 유의하게 높은 결과를 보였다. 이는 기존 선행 연구에서 찾아보기 어려운 결과로, 단면연구의 한계로 인한 역인과관계의 오류 내지는 종속변수가 의사의 정신과적 진단기준에 의한 것이 아닌 설문도구에 의한 것에 따른 오분류 바이어스가 발생했을 가능성이 있겠으나 추후 후속 연구가 필요할 것이다. 그 외 지역사회 내 운동시설 접근성의 경우 유

의수준 5%에서는 유의하지 않았으나 10%에서는 접근성이 높을수록 우울증이 있을 오즈가 유의하게 낮은 결과를 보여 이를 통해 지역사회의 기본적인 인프라 또한 구성원의 정신건강과 무관하지 않음을 볼 수 있었다. 환경적 요인의 경우 녹지율에서는 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였으며, 연 평균 PM_{2.5}에서는 유의수준 10%에서만 유의한 결과를 보였다. PM_{2.5}는 우울장애를 비롯한 정신과적 질환 전 영역에 걸쳐 장단기적 연관성이 있음이 충분히 보고되었으나[15] 이번 연구의 경우 유의수준 5%에서는 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였는데, 이는 연구 대상자가 2018년 지역사회건강조사 조사 대상자임에도 2018년의 단일년도 평균 PM_{2.5}측정값을 사용함으로 인한 오류로 생각된다. 전라북도의 경우 2017년까지는 8개 시군에서만 PM_{2.5}측정소가 있었고 2018년에 이르러서야 모든 시군에서 PM_{2.5}측정이 시작되어 PM_{2.5}의 장기적 노출 값을 적용하기 어려웠는데, 향후에는 2018년 이후 측정된 자료를 활용해 장기적 노출 연구가 가능할 것으로 기대된다.

요약

우울증은 정신과적 질환 중 가장 흔한 질환이자 삶의 질과 직접적으로 연결되어 있으며 신체적 질환과도 연관되어 있는 등 많은 사회적 비용을 초래할 수 있는 중요한 질환이다. 이 연구는 우울증 유무와 연관성이 있는 개인수준과 집단수준의 요인들을 포괄적으로 파악하기 위해 다수준 분석을 시행하였으며, 연구 결과 여러 개인수준의 변수들과 집단수준의 변수에서 우울증과 연관성이 있는 요인들에 대해 파악할 수 있었다. 이러한 연구 결과를 통해 우울증 발생에 있어 전통적인 개인수준의 위험 요인 외에도 지역사회 네트워크를 비롯한 여러 요인들이 함께 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있었으며, 따라서 우울증을 비롯한 정신건강 관리에 있어 다양한 위험요인들을 종합적으로 관리하는 보건사업이 요구된다 할 수 있다.

참고문헌

1. World Health Organization, Depression and other common mental disorders: global health estimates. 2017, World Health Organization.
2. Cavanagh JT, Carson AJ, Sharpe M, Lawrie SM. Psychological autopsy studies of suicide: a systematic review. *Psychol Med* 2003;33(3):395-405
3. Katon W, Ciechanowski P. Impact of major depression on chronic medical illness. *J Psychosom Res* 2002;53(4):859-63
4. Lee H-K, Sohn M-S, Choi M. Factors affecting the mental health of the aged in Korea. *The Journal of the Korea Contents Association* 2012;12(12):672-682
5. Lee YH, Shin MH, Kweon SS, Choi SW, Ryu SY, Rhee JA, Choi JS. Prevalence and correlates of depression among the elderly in an urban community. *Journal of Agricultural Medicine and Community Health* 2008;33(3): 303-315
6. Fan Y, Das KV, Chen Q. Neighborhood green, social support, physical activity, and stress: assessing the cumulative impact. *Health Place* 2011;17(6):1202-11
7. Kim KN, Lim YH, Bae HJ, Kim M, Jung K, Hong YC. Long-Term Fine Particulate Matter Exposure and Major Depressive Disorder in a Community-Based Urban Cohort. *Environ Health Perspect* 2016;124(10): 1547-1553
8. Korea Centers for Disease Control and Prevention, Community health survey 2018. 2018. p. 4-7
9. Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med* 2001;16(9):606-13
10. Wakefield J. Multi-level modelling, the ecologic fallacy, and hybrid study designs. *Int J Epidemiol* 2009;38(2):330-6
11. Glaser D, Hastings RH. An introduction to multilevel modeling for anesthesiologists. *Anesth Analg* 2011;113(4):877-87
12. Stawski RS, Multilevel analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling. 2013, Taylor & Francis.
13. Hankin BL, Abramson LY. Development of gender differences in depression: an elaborated cognitive vulnerability-transactional stress theory. *Psychol Bull* 2001;127(6):773-96
14. Leventhal AM, Zvolensky MJ. Anxiety, depression, and cigarette smoking: a transdiagnostic vulnerability framework to understanding emotion-smoking comorbidity. *Psychol Bull* 2015;141(1):176-212
15. Braithwaite I, Zhang S, Kirkbride JB, Osborn DPJ, Hayes JF. Air Pollution (Particulate Matter) Exposure and Associations with Depression, Anxiety, Bipolar, Psychosis and Suicide Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect* 2019;127(12):126002