Short-Term Effects of Air Pollution on Heart Rate Variability in Senior Adults in Steubenville, Ohio

저자 : Heike Luttmann-Gibson, Helen H. Suh, Brent A. Coull, Douglas W.Dockery, Stefanie E. Sarnat, Joel Schwartz, Peter H. Stone, Diane R. Gold
출처 : J Occup Environ Med. 2006;48:780-788

오염된 공기에 급성으로 노출될 경우 심혈관계 사망률 및 유병률이 증가하는데, 이는 심박동과 혈압의 증가, 부정맥 위험도, 심근경색, ST 분절 하강 등의 증가, 심박동 변이(HRV, Heart Rate Variability)의 감소로 나타난다. 심박동 변이는 자율신경계의 영향을 받는데, 감소된 심박동 변이는 심장의 위험을 증가시키는 경로와 관련있는 것으로 여겨지고 있어, 나쁜 예후의 한 지표로 사용된다. 감소된 심박동 변이는 임상적으로 중요한 심혈관계 질환과 관련되어 왔으며, 단기 심박동 변이도 임상적인 중요성을 가질 수 있다. 심박동 변이가 허혈성 급사 직전의 환자들에서 감소되고, 심실 빈맥이 시작되기 직전에 저주파수 대역 대 고주파수 대역의 비(LF/HF)가 증가했음이 보고되어 왔다. 이것은 단기간 증가된 교감신경과 감소된 부교감신경의 활성이 부정맥을 일으킬 수 있음을 시사한다.

비록 몇몇 연구들이 심박동 변이와 관련한 대기오염에 대해 특히, 교통수단과 관련한 입자상 오염이 심박동 변이를 감소시킨다는 것을 밝혀 왔으나, 교통수단과 관련되지 않는 오염에 관해서는 알려진 것이 거의 없다. 이번 연구는 오하이오 주에 있는 스튜벤빌레라는 작은 산업도시에 사는 노인들을 대상으로 교통수단과 관련된 공기오염과 함께 교통수단과 관련되지 않은 급성오염에 대해서도 아황산가스(SO_4^{2-})에 대한 심박동 변이를 반복적으로 측정하여 관찰하였다.

오하이오의 스튜벤빌레 출신의 32명의 비흡연 노인들을 대상으로 2000년 여름과 가을에 연구가 실시되었으며, 대부분의 대상자들은 시내 중앙에 위치한 공동주택에 살았다. 연구를 시작하기 전에 사전 동의 하에 심혈관 및 호흡기 계통의 건강여부와 약의 복용여부, 심전도 기록을 얻었고, 흡연자, 심박동기를 삽입한 자, 최근 급성 관상동맥 증후군을 경험한 자, 심방조동이나 세동이 있는 사람은 제외하였다. 연구는 6월 4일부터 8월 18일까지와 9월 25일부터 12월 15일까지 매주 같은 요일, 같은 시간에 이루어졌으며, 최근의 증상, 병원방문여부, 약의 복용여부에 대한 간단한 설문을 실시한 후, 24시간 홀터 심전도를 시행하였다.

또한, 미세입자($PM_{2.5}$), 아황산가스(SO_4^{2-}), 탄화수소, 기타 가스 등을 채취하여 log-transformed standard deviation of normal RR intervals (SDNN), mean square of differences between adjacent RR intervals (r-MSSD), high- and low-frequency power (HF, LF)을 얻기 위해 linear mixed models을 이용한 분석을 시행하였다. 결과는 전날의 아황산가스(SO_4^{2-})의 interquartile

range(IQR)가 5.1$\mu g/m^3$ 증가함에 따라 SDNN -3.3%(95% 신뢰구간 -6.0% ~ -0.5%), r-MSSD -5.6%(-10.7% ~ -0.2%), HF -10.3%(-19.5% ~ -0.1%)으로 감소하였다. 총 미세입자($PM_{2.5}$)에 대한 결과도 유사하였다. 탄소(elemental carbon), 이산화질소(NO_2), 이산화황(SO_2), 오존(O_3) 과의 관련성은 유의하지 않았다.

다시 말해서, 전날에 노출된 미세입자와 아황산가스의 증가가 심박동 변이의 감소와 관련이 있으며, r-MSSD 및 HF(부교감신경의 활성도를 의미)를 감소시켜 부교감신경 활성을 감소시킬 뿐 아니라, LF를 감소시키고, 심박동을 증가시켜 교감신경 활성을 증가시켰다. 이러한 아황산가스 효과는 교통수단과 관련되지 않은 대기오염(예, 화력발전소, 제철소)이 있는 환경 내 주민들의 심장 자율신경 기능과 임상적 심장관련 질환의 예후에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

2000년부터 2002년에 걸쳐 스튜벤빌레에서 이루어진 Connell 등의 대기측정 프로그램 발표에 의하면 아황산가스가 스튜벤빌레의 미세입자($PM_{2.5}$)의 주된 성분이라고 하며, 주로 오하이오 강변에 위치한 제철소와 화력발전소에서 쓰이는 석탄이 원인이라고 한다. 저자들은 아황산가스(SO_4^{2-})과 미세입자($PM_{2.5}$)가 개인적 노출에 대한 평가 연구를 하기에 매우 좋은 지표라고 결론지었으며, 최근 교통수단에서 배출되는 대기 오염입자의 부정적인 영향이 주요 관심사로 부각되고 있는 상황에서 이 연구는 교통수단과 관련되지 않은 대기오염 입자들, 특히 아황산가스(SO_4^{2-})이 자율신경기능에 영향을 미칠 수 있음을 알아내었다.

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 직업병연구센터
김 대 성, 조 민 희