
Global Report

교통소음 및 자동차 충돌로 인한 건강의 영향_휴스턴과 텍사스의 데이터 분석

1. 서론
2. 연구방법
3. 향후 연구 및 정책 권장사항
4. 요약 및 결론

1. 서론

이 연구에서는 교통소음과 자동차 충돌사고로 인해 조기 사망의 형태로 나타나는 질병의 부담을 정량화하여 분석하고자 한다. 특히 교통계획 및 정책 그리고 질병의 영향을 미치는 요소 중 지금까지 덜 주목받고 있었으나 최근 새롭게 부각되는 교통소음 문제를 선정하였고, 이러한 질병에 대해서는 아직도 부분적으로 밖에 알려지지 않고 있다. WHO(World Health Organization : 국제보건기구)는 2018년 교통소음이 심혈관질환, 기형아 출산, 인지장애, 비정상적인 신진대사, 정신건강, 수면에 미치는 악영향, 청각장애 및 이명 등과 같은 건강에 심각한 영향을 주는 것으로 인식하고 체계적인 검토를 통해 유럽지역의 교통소음 규제지침을 제시하였다[1]. 그러나 이러한 교통소음으로 인해 심혈관질환이 유발되어 사망에 이르는 통계를 정량화하여 조기 사망 및 질병의 부담을 정량화한 연구에 대해서만 집중적으로 진행되었다[2][3][4]. (2015년 Briggs 및 Tobías 등, 2018년 Mueller 등) 반면에 자동차 충돌사고에 대해서는 수십 년 전부터 운송 산업에서 핵심 건강문제로 인식되면서 정책적 관심과 예산투자가 있어왔다[5].

여러 가지 교통문제가 인간의 건강에 미치는 위험요소와 영향을 평가하는 데 필요한 입력데이터는 질병 분석 및 HIA(Health Impact Assessment) 프로세스의 주요 구성요소이다[6]. 이는 입력데이터의 품질과 신뢰성은 물론 명시적 운송 산업 데이터 소스에서 발생하는 공중보건에 미치는 영향을 정량화하는 데에도 이용될 수 있어 분석수준은 데이터의 가용성에 따라 달라질 수 있다. 보다 더 정확한 의사결정을 통해 도시민의 건강형평성 문제에 대한 더 나은 통찰력을 얻고 고위험요소를 보다 정확하게 식별하는 데 도움이 될 수 있을 것이다. 그러나 데이터를 부적절하게 축소시키면 질병추정에서 오류가 발생할 수 있다. 이 연구에서는 운송 산업의 구성요소를 지정하고, 인구조사기관의 교통소음으로 인한 질병의 부담을 사회경제적 차원에서 추정하여 교통소음 및 자동차 충돌로 인한 사망자 추정을 비교한다. 이를 위해 사례연구로, 미국에서 네 번째로 인구가 많은 Houston과 Texas에서 도로 및 항공소음으로 인한 조기 사망통계를 정량화하고 분석한다.

2. 연구방법

2.1. 학습 설정 및 정의

2016년 미국인구조사국 통계 기준, 인구 2,303,482명의 미국 Houston에서 교통소음과 자동차 충돌로 인한 질병의 부담을 평가하였다. 질병의 부담에 대한 분석은 인구조사기관 수준에서 가장 합리적인 공간적 해상도를 가지도록 수행되었다. 인구조사 수준에서의 질병의 부담에 대한 분석에 대한 배경 논리적 근거는 사망률 데이터만이 카운티 수준에서 사용가능한 유일한 자료이고 그러므로 이들을 세밀한 공간적 수준의 대응시키기 위해서는 어느 정도의 추정이 필요하다는 것이다. 근사치의 오류를 최소화하고 건강결과에 대한 공간적 분포를 조사하기 위해 본 연구에서는 공간적 해상도를 인구조사수준으로 제한하였다. 이를 통해 기대연령에 도달하기 전에 사망자 수로 간주되는 평균수명의 척도가 되는 조기 사망의 형태로 건강 악영향을 정량화하였다. 2016년 기준, 미국인의 평균수명은 78.6세인 점을 고려하여 사망률 데이터의 가용성에 따라 5년 간격으로 75세 미만을 조기 사망으로 간주하였다. 이를 기반으로 CVD(Cardiovascular Diseases : 심혈관질환) 부류에 대한 항공 및 도로 교통 소음에 기인한 조기 사망을 추정하였다. CVD로 인한 사망위험률은 30세 이상 인구와 관련이 있기 때문에 조기 사망은 30~75세 사이의 사망으로 간주하였고, 자동차 충돌의 경우 75세 미만의 사망을 조기 사망으로 간주하였다. 이 연구에서 이용된 데이터는 미국인구조사국 질병통제 및 예방센터, 텍사스 교통부, 미국교통부의 인구/경제/지리적 데이터, 자동차 충돌 데이터, 자연사망 데이터 및 교통소음 데이터 등을 이용하였다.

2.2. 질병 평가 모델

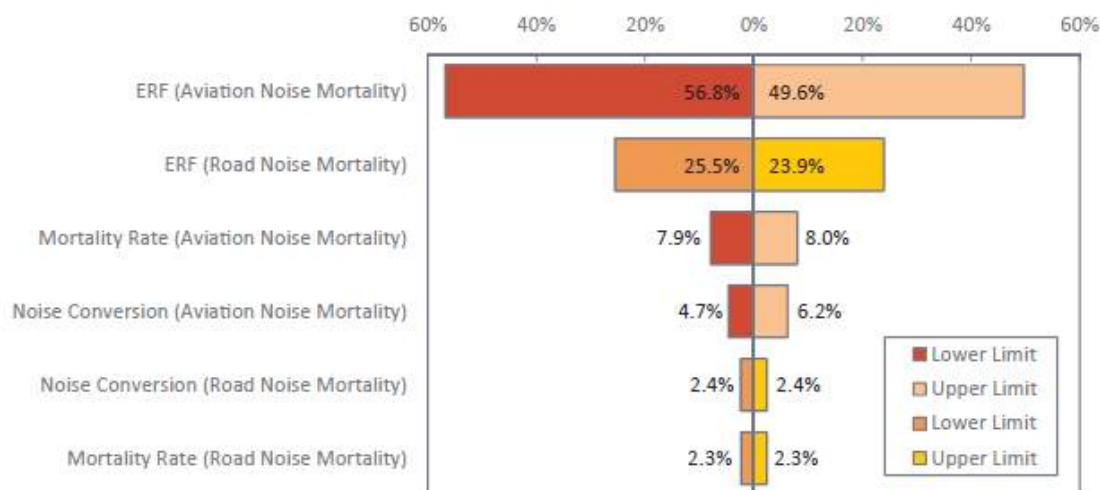
우리는 선행 연구(2016년 Mueller 등이 제시)에서 인용된 질병 평가 프레임워크 표준을 교통소음으로 인한 조기 사망을 추정하는 데 이용하였다[7]. 이는 질병 평가 모델의 부담요인이 되는 교통소음수준 뿐만 아니라 사례연구 지역의 CVD로 인한 기준 사망률도 포함된 것이다. CVD로 인한 RR(Relative Risk : 상대적 위험도)은 교통소음 노출수준과 운송소음 노출수준과의 차이에 따라 가장 관련성이 높은 역학연구에서 얻은 ERF(Exposure-Response Functions : 노출 반응 기능)를 이용하여 추정하였다. 여기서 PAF(Population Attributable Fraction : 인구귀속분획)은 (식 1)과 같이 계산될 수 있다. 이는 교통소음으로 인해 CVD가 발병하여 사망한 비율로 현재 교통소음 노출수준과 실제 노출수준 간의 차이를 의미한다.

2.3. 민감도 분석

질병 평가 모델의 불확실성은 주로 기준 건강데이터의 불확실성, 노출모델 예측 및 선택된 ERF의 불확실성으로 인해 발생한다고 볼 수 있다. 이 연구에서는 다양한 분석변수(기준 사망률, ERF 지수, 교통소음 메트릭의 변환)의 불확실성 범위를 탐구하기 위해 다음과 같은 불확실성 분석을 실행하였다.

- 분석변수(기준 사망률, ERF 지수, 교통소음 측정단위의 변환) 각각에 대해 하위 및 상위 95%의 CI(Confidence Interval) 조합을 이용하여 질병 시나리오의 가장 보수적이고 극단적인 질병부담 시나리오를 추정하였다.
- 각 분석변수(기준 사망률, ERF 지수, 교통소음 측정단위의 변환)에 대한 개별적인 분석을 재실행하였다. 이를 통해 각 분석변수의 상위 하위 95%의 CI에 대한 질병의 부담 정도를 추정하였다.

95번째 상위 CI 변수에 대한 예상 조기 사망 민감도분석 결과를 [그림 1]에 나타낸다.



* 자료 : Soheil Sohrabi, Haneen Khreis, “Burden of disease from transportation noise and motor vehicle crashes: Analysis of data from Houston, Texas”, Environment International 136 (2020) 105520, p.9.

[그림 1] 95번째 상위 CI 변수에 대한 예상 조기 사망 민감도분석 결과

불확실성분석 외에도 질병 평가의 부담에 대한 입출력 관계를 더 잘 이해하기 위해 교통소음, 기준사망률, 소음 변환 등을 이용하여 민감도분석을 실행하였다. 10%의 국소적 ERF 노출값에 따른 추정 가능한 조기 사망률 변화에 대한 분석결과를 [그림 2]에 나타낸다.



* 자료 : Soheil Sohrabi, Haneen Khreis, “Burden of disease from transportation noise and motor vehicle crashes: Analysis of data from Houston, Texas”, Environment International 136 (2020) 105520, p.10.

[그림 2] 10%의 ERF 노출값에 따른 예상 조기 사망의 민감도분석 결과

3. 향후 연구 및 정책 권장사항

이 연구의 가정과 한계를 검토하기 위해 향후에는 ERF 제한, 교통소음 노출 불확실성, 자동차 충돌의 가용성 및 공간 할당의 한계를 포함하여 추가연구가 필요하다. 특히 교통소음이 미국 휴스턴의 조기 사망 부담에 대한 중요한 기여를 감안할 때, 질병 분석 기능에 교통소음 부담과 HIA 도구를 적용하는 것이 필요하다. 아울러 교통산업으로 인한 대기오염과 인간의 건강에 대한 악영향을 정량화하는 것도 흥미로운 미래 연구가 될 수 있을 것이다. 예상 조기 사망률은 교통안전을 개선하고 교통소음 배출 및 노출을 제어하기 위해 정책을 제정하는 데 도움이 될 것이다. 이는 효율적인 도시 및 교통 설계를 구현하여 예방 가능한 것으로 간주될 수 있다. 특히 원활한 교통흐름, 도로설계 개선, 차량안전기능 장착 및 새로운 기술(커넥티드 카 및 자율주행자동차 등)이 교통안전을 개선하는 데 도움이 될 수 있다[8]. 예를 들면, 저소음 타이어 개발, 전기자동차 활성화, 도로포장기술 개선, 교통량 감소, 주행속도 감소 등이 중요한 전략이 될 수 있을 것이다.

4. 요약 및 결론

이 연구에서는 미국의 휴스턴과 텍사스의 인구조사기관 수준에서 조기 사망의 형태로 교통의 악영향을 정량화하고, 자동차충돌로 인한 사망률을 비교하였다. 교통산업과 인간의 건강영향을 정량화를 통해 의사결정자, 운송 엔지니어, 도시계획자 및 의료기관 모두 정보에 입각한 결정을 내릴 수 있을 것이다. 질병에 미치는 교통 악영향은 질병평가 방법론 및 HIA 도구의 부담을 사용하여 정량화되었다. 이 연구의 결과는 공중보건에서 교통소음의 중요한 역할을 강조하고 있다. 교통소음이나 자동차충돌로 인한 조기 사망에 대한 분석은 두 도시의 교통소음과 연관되었다는 것을 보여주었다. 미국의 경우, 도시의 도심, 고속도로 및 공항 부근에 거주하는 사람들에게 교통소음으로 인한 사망자는 자살, 인플루엔자 또는 폐렴 사망률보다 더 높게 나타나고 있다. 또한 교통소음으로 인한 조기 사망의 부담이 소득이 낮은 가정에서 더 높은 것으로 나타났다. 이 연구의 결과는 운송 산업에서 교통소음이나 배기가스 배출로 인해 인간의 건강에 미치는 악영향을 완화하기 위한 정책을 시행하여 효율적인 도시 및 운송설계를 구현하는 필요성을 입증하고 있다.

이 연구는 미국 휴스턴과 텍사스에서의 조기 사망원인과 교통소음 및 자동차 충돌과의 인과관계를 제시하였다. 이는 교통소음으로 인한 건강 영향이 자동차 충돌만큼이나 중요하다는 것을 보여주고 있다. 이 연구결과는 국내 대도시의 도심, 고속도로 및 자동차 전용 도로에서의 교통소음 저감 및 충돌사고 예방을 위한 정책에 벤치마킹 자료로 활용할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] WHO 2018a. Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe.
- [2] Briggs, D., Mason, K., Borman, B., 2015. Rapid assessment of environmental health impacts for policy support: the example of road transport in New Zealand. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13, 61.
- [3] Tobías, A., Recio, A., Díaz, J., Linares, C., 2015. Health impact assessment of traffic noise in Madrid (Spain). *Environ. Res.* 137, 136–140.
- [4] Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Khreis, H., Cirach, M., Milà, C., Espinosa, A., Foraster, M., McEachan, R.R., Kelly, B., Wright, J., 2018. Socioeconomic inequalities in urban and transport planning related exposures and mortality: a health impact assessment study for Bradford, UK. *Environ. Int.* 121, 931–941.
- [5] Khreis, H., Warsow, K.M., Verlinghieri, E., Guzman, A., Pellecuer, L., Ferreira, A., Jones, I., Heinen, E., Rojas-Rueda, D., Mueller, N., 2016. The health impacts of traffic-related exposures in urban areas: Understanding real effects, underlying driving forces and co-producing future directions. *J. Transp. Health* 3, 249–267.
- [6] Nieuwenhuijsen, M.J., Khreis, H., Verlinghieri, E., Mueller, N., Rojas-Rueda, D., 2017. Participatory quantitative health impact assessment of urban and transport planning in cities: a review and research needs. *Environ. Int.* 103, 61–72.
- [7] Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Basagaña, X., Cirach, M., Cole-Hunter, T., Dadvand, P., Donaire-Gonzalez, D., Foraster, M., Gascon, M., Martinez, D., 2016. Urban and transport planning related exposures and mortality: a health impact assessment for cities. *Environ. Health Perspect.* 125, 89–96.
- [8] Goniewicz, K., Goniewicz, M., Pawłowski, W., Fiedor, P., 2016. Road accident rates: strategies and programmes for improving road traffic safety. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 42, 433–438.

<원문제목> Burden of disease from transportation noise and motor vehicle crashes: Analysis of data from Houston, Texas

<원문출처> Environment International 136 (2020) 105520