

Blood Lead Levels in NASCAR Nextel Cup Teams

(NASCAR Nextel Cup 팀의 혈중 납 농도)

- 출처: Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2006. 3:67-71
- 저자: Joseph O'Neil, Gregory Steele, C. Scott McNair, Matthew M. Matusiak, and Jyl Madlem

서론

자동차 엔진 연료에 4에틸납의 첨가는 자동차 배기가스로 인한 납에 노출된다는 것과 관련이 되고 있다. National Association of Stock Car Auto Racing(NASCAR)은 가장 큰 규모의 모터스포츠이며, 납이 함유된 연료를 사용한다. 유연휘발유는 연소되면서 배기가스에 납 미립자들이 함께 나오며, 납 미립자들은 체내로 흡입, 흡수되거나 생활환경으로부터 섭취할 수 있다.

2004년 시즌에 NASCAR Nextel Cup에 참가한 몇몇 드라이버들에게 유발된 배기가스에 의한 일산화탄소 중독은 알레르기 증상과 중요한 연관성이 있다고 보고하였다. 이 논문의 연구의 목적은 같은 종류의 배기가스에 노출되었을 경우에 드라이버와 팀원들의 혈중 납 농도가 어떠한 양상을 보일 것인지를 조사하는 것이다.

NASCAR팀들에서 납 노출 가능성이 높은 작업으로는 엔진 조사, 개발, 분해, 조립작업과 레이스 도중 점검 받는 과정(pit-in), 테스트와

연습 그리고 레이스에서 자동차 컨디션 조절하는 과정이다. 현재 이 분야의 의학적 연구는 단 하나밖에 없으며, 이 연구의 발표는 자동차 의학의 발전과 함께 모터스포츠 산업에 많은 관심을 가지게 하였다.

연구방법

연구대상자는 NASCAR 레이싱 협회 멤버인 여러 팀 중에서 연구 참여에 동의해 준 팀을 선정하였다. 모든 설문지에는 연구기관의 정보와 연구에 대한 정보, 동의여부를 기재하도록 하였다. 팀 구성원으로 운전자, Pit멤버, 기계 팀이 포함되었는지 확인하였다.

팀 구성원들에게 연료배기 이외에 엔진 관련 작업에서 비슷한 발생원이 있는지 알아보았으며, 개개인별로 설문지 작성으로 하였다. 인구통계 정보, 환경에서 납에 노출되었다고 생각되는 시간, 납 노출이 가능하다고 생각되는 발생원, 납독성과 관계되는 육체적 증상들을 기록하게 하였다. 정맥혈을 15ml씩 뽑고 라벨링

을 하고 실험실에 와서 혈중 납 농도를 분석하였다. 채혈과정에서 생길 수 있는 혈액 오염 가능성을 줄이기 위해서 피부소독 후 채취하였다. 채혈한 혈액의 분석은 ICP-MS를 사용하였다. 모든 질문사항에 대한 통계분석은 SPSS 버전11을 사용하였으며, Epi-info2002(CDC) 역학분석 프로그램을 이용하여 RR과 95%신뢰구간, 카이제곱검정과 p값을 계산하였다.

연구 결과

연구에 적합한 NASCAR 협회 회원 170명 중, 연구 참여자는 47명이었고, 평균나이는 37세(22~67세), 47명 중 2명만 여자였다.

1) 혈중 납 농도

47명의 혈중 납 농도 분석결과, 평균 $9.36\mu\text{g}/\text{dl}$ ($1\sim 22\mu\text{g}/\text{dl}$)이었으며, 47명 중 19명이 혈중 납 농도가 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 가장 많은 분포를 보였다. 연구 참여자 47명의 근무는 엔진 파트 근무자 17명, 엔진제작 근무자 11명, 자동차 몸체 제작 근무자 5명, pit 근무자 5명, 자체 창고 근무자 4명, 부가적인 일을 하는 근무자 5명이었다. 부가적인 일을 하는 근무자 중 3명은 납에 노출되는 환경으로 알려진 것 중에서 control 부분은 제외되어 있다고 하였으며, 이 3명의 혈중 납 농도는 $5\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하였다. 연구참여자들에게 지금의 직무와 같은 일에 대한 경력을 조사한 결과, 평균 9년(2~37년)이었다. 연료와 자동차 오일, 세척제에서 납 노출이 되고 있다고 응답

자의 85% 이상이 답변하였다. 또한, 응답자의 80.9%는 배기가스에서 노출된다고 하였으며, 가정, 취미생활, 약물 등에서 노출이 가능하다고 응답하였다.

2) 건강장애 설문 결과

혈중 납 농도가 높아짐으로 생기는 증상들에 대한 조사에서는 두통(30.4%), 풀리지 않는 피로(17.4%), 집중력 저하(15.2%), 손가락이 둔해짐(11.1%), 손목이 둔해짐(10.6%), 과민성 반응(10.9%) 등을 응답하였다.

3) 노출에 의한 혈중 납 농도 증가의 상대위험도

연구 참여자를 두 그룹으로 나누어 비교하였으며, 그룹 1은 혈중 납 농도가 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 이거나 그 이하, 그룹 2는 혈중 납 농도가 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상인 사람으로 분류하였다. 엔진이나 납이 함유되어 있는 물질로 인해서 노출되었을 때의 혈중 납 농도 증가에 대한 상대위험도를 계산하였다.

연구 결과, 배기가스에 노출된 경우, 노출되지 않은 사람에 비해서 상대위험도가 10배 높게 나타났으며, 자동차 브레이크에서 노출된 사람이 상대위험도가 3.3배, 라이에이터 수리시 노출된 사람이 2.02배 높았다. 모든 납 함유 물질로부터의 노출에 대한 상대위험도의 중요성은 높지 않은 것으로 나타났다. 설문지에서 나온 건강 상태나 증상을 혈중 납 농도의 증가와 비교하여 상대위험도를 계산하였으며, 연구

결과, 혈중 납 농도가 증가할 때 상대위험도가 두통 1.5배, 피로는 1.47배, 과민성은 5.89배, 복통이 1.47배, 설사 2.86배, 식욕저하 4.29배로 높게 나타났다. 반면, 혈중 납 농도 증가에 따른 건강 증상의 보고는 연구대상 수가 적어서인지 모르지만, 중요한 결과를 보여주진 못하였다.

토의

납 노출에 의한 성인에게 나타나는 건강 영향으로 신경계통, 생식, 혈액, 신장, 심장혈관계통의 이상이 있다고 보고되었다. 몇몇 기관에서 혈중 납 농도의 기준을 표시하고 있는데, 직업성 노출로 인한 혈중 납 농도를 CDC에서는 25 $\mu\text{g}/\text{dl}$, ACGIH에서는 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$, OSHA에서는 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 기준으로 하고 있다.

다른 연구에서는 혈중 납 농도가 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상일 경우 발생하는 증상은 과민성, 피로, 두통, 불면증, 기분 저하이다. 본 연구에서는 혈중 납 농도가 25 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하였다. 또 다른 연구에서는 건강악화 증상으로 고혈압, 중추신경계통과 생식기 이상 증상이 있으므로 성인의 납 노출을 최대 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 관리하여야 한다고 제안하였다. 미국 국민건강관리공단에서는 모든 성인의 혈중 납 농도를 25 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이하를 권고하고 있다.

본 연구에서 레이싱 팀원들이 납에 노출된다는 것이 입증되었다. 일반 환경에서 납 노출원은 많이 존재하며, 환경에서의 노출 중 직장에

서의 노출이 가장 큰 빈도를 차지하며, CDC's Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance Program(ABLES)를 보면, 직장에서 노출되어 혈중 납 농도가 증가된 사례가 90% 이상이었다. 건축현장, 라디에이터 수리 같은 직업에서 혈중 납 농도 증가를 보였고, 약간의 음식과 약품, 그리고 취미생활이 납 노출원으로 영향이 있다고 하였다.

본 연구에서는 배기가스, 브레이크, 라디에이터 수리에서의 노출이 위험도가 상대적으로 높게 나타났으며, 취미생활, 사냥, 낚시, 와인 제조, 스킷 사격, 약물치료, 음주가 혈중 납 농도 증가와 연관성이 없다고 판단하였다. 레이싱 팀 구성원 중에 14.9%만이 흡연자였으며, 흡연이 혈중 납 농도 증가와 연관성이 적다고 하였다. 나라마다 환경 중에 납 노출이 크게 줄어든 이유로는 납이 제거된 휘발유의 사용이 원인이다. 7개의 국가에서 조사한 결과, 무연 휘발유의 사용 후와 혈중 납 농도의 감소와 강한 상관관계를 보였다. 미국의 성인 20~49세의 혈중 납 농도 수치 자료를 보면, 1991~1994년의 농도가 평균 2.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 였다. 같은 대상자들의 자료에서 1976~1980년의 농도는 평균 13.1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 였고, 1976년 겨울에 미국 환경부에서 모든 가솔린 저장소와 가솔린에서 납을 제거하는 규칙을 정하였으며, 1995년 겨울까지 항공연료를 제외한 모든 연료에서 납을 제거하는 규칙을 정하였다.

결론

이 연구에서 평균 혈중 납 농도가 1968년에 연구된 혈중 납 농도보다 낮게 나타났으며 연구에 참여한 레이싱 팀원들의 납 노출을 확인하였다. 휘발유에서의 납 제거는 배기가스에 포함하였거나 엔진구성요소에서의 납의 감소로 나타날 것이며, 안전한 유기용제 사용과 무

연물질의 사용과 장갑이나 마스크 같은 보호구 착용이 납 노출 가능성과 위험성을 낮춰준다. 혈중 납 농도가 몇몇 기관에서 기준으로 하고 있는 수준의 혈중 납 농도보다 낮더라도, 몇몇 건강 증상들의 경우 위험도가 높게 나타났다. 🍷

제공 / 편집위원 연세대 노재훈

참고문헌

1. "Sunoco Race Fuels, Racing Fuel Specifications." [Online] Available at <http://www.Racegas.com/fuelspecs/sunocosupreme.htm> (Accessed Aug.19, 2005).
2. Polacek, M.A., and D.P. Collins: Lead intoxication in automotive sports. AAAM 847: 181-191 (1968).
3. "Determination of Heavy Metals in Whole Blood by ICP-MS." Agilent 7500 ICP-MS. Available at <http://www.chem.agilent.com/temp/rad6FDOA/00043457.pdf>. Accessed November 10, 2005.
4. Sussell, A., K. Ashley, G. Burr, et al.: Protecting Workers Exposed to Lead-Based Paint Hazards: A Report to Congress, DHHS/NIOSH pub. no. 98-112. Rockville, Md.: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute of Occupational Safety and Health, 1997.
5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry: Toxicological Profile for Lead. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service 1999.