



MRI 검사와 용접공의 파킨슨증후군

- 망간과 파킨슨증후군(1)

산업안전보건연구원 직업병연구센터 / 김 은 아

용접공의 파킨슨증후군에 대해서는, 지금은 인터넷 포털에서 쉽게 그 정의와 우리나라의 현황을 찾아볼 수 있을 만큼 잘 알려진 직업병이다. Yahoo 미국 사이트에서는 welder parkinsonism을 검색하면 과학적 기사의 몇 배나 되는 법률회사 광고가 검색되어 나올 정도로 산재보상의 단골메뉴로 올라 있을 정도이다. 그러나 1996년까지만 해도 한국에서는 망간중독에 대한 사례를 볼 수 없었다.

산업보건전문가가 당시까지 교육받았던 망간중독은 망간 광산에서 아주 높은 농도의 분진에 노출된 광부들에서 드물게 나타났던 질병이었다. 전형적인 망간 중독은 '망간광증'이라고 불리기도 했던 정신증상과 파킨슨증후군을 닮은 신경증상을 보이는 질병으로 알고 있었다.

전문가들은 이런 질환에 대해 기초적인 교육과정에서부터 잘 배워 알고 있었으며,

우리나라에서도 망간중독이 발생할 가능성이 있는 사업장을 주의 관찰하고 있었다. 1991년에는 망간분쇄 작업자에서 최초로 망간중독이 보고되기도 하였으며, 1994년에는 망간취급업체 근로자에서 신경학적 이상이나 혈중, 요중 망간을 측정 한 조사가 보고되었는데, 이 당시까지는 일부 전문가들 간의 관심으로 국한되고 있었다.

망간중독에 대한 광범위한 관심을 불러일으키게 된 계기는 한 산업의학전문가가 신경증상을 나타내는 용접공을 진료하면서부터였다.

망간중독은 일반적으로 고농도로 노출되는 사업장, 즉 망간광산에서 망간분진에 노출되거나 망간제련 과정에서 고농도의 망간 흡에 노출되는 경우를 예상할 수 있었는데, 용접공에서 망간 중독의 위험이 클 것이라고 생각하는 전문가는 많지 않았다.

용접공과 망간중독

포항지역에서 10년간 일용직으로 철구조물 제작 현장에서 용접을 해 오던 35세 남자 근로자가 1996년에 한 병원을 방문하였다. 이 근로자는 CO₂ 아크 용접작업을 했는데, 병원에 오게 된 주 증상은 발작 증상이었다.

이 근로자의 직업력을 조사한 산업의학 의사는 망간에 대한 노출을 의심하였다. 이 근로자의 작업 현장에서 망간의 공기 중 노출수준은 0.48 mg/m³이었다. 혈중 망간은 5.17 ug/L이, 소변 중 망간은 22.0 ug/L로 다소 높은 정도였는데 다른 특이한 신경학적 이상은 없었다. 그런데 뇌 자기공명영상 검사에서는 T1 강조영상에서 양측의 뇌 기저핵과 중뇌에서 고신호강도가 관찰되었다.

해당 산업의학과에서는 최초 환자의 동료 근로자 2명(33세, 35세 남자)을 더 검사하였다. 두 동료가 다 CO₂ 아크 용접작업을 같은 작업현장에서 장기간(16-20년) 해 오던 근로자인데, 한 명은 역시 발작증상을 보였고, 다른 한 명은 특별한 증상은 없지만 건강검진차 조사하게 되었다. 그런데 두 명의 뇌자기공명 검사에서 모두 T1 강조영상에서 기저핵과 중뇌에서 고신호강도가 나타났다. 두 동료근로자 중 한 명은 3년 전 부터 C형 간염으로 진단받은바 있었는데, C형 간염자의 혈중 망간 농도는 6.34 ug/L이었고, 손발 저림, 다리통증 그리고 무기력감과 성

욕저하 증상을 호소하였다.

세 명의 근로자는 교과서에서 배워오던 전형적인 만성망간중독 환자는 아니었다. 전형적인 망간중독 증상은 망간흡이나 망간 분진에 고농도로 장기간 노출되었던 근로자에서 보고되었는데 신경증상이 나타나기 수개월 전부터 망간정신병이 시작되는 경우가 많으며, 파킨슨증상과 비슷한 운동장애와 긴장증이 나타나고 점점 진행하여 심한 보행 장애와 신경증상이 나타나는 것으로 알려져 있었다.

그러나 세 명의 용접공들은 우선 망간흡과 분진 노출수준이 심하지 않았다. 이 근로자들의 용접 작업 중 망간 노출수준 0.48 mg/m³ 정도는 전형적인 만성망간중독자들의 노출수준보다는 매우 낮았다. 물론 미국 산업위생전문가 협의회가 제안한 0.2 mg/m³ 보다는 높은 수준이라고 할 수 있지만 우리나라 노동부의 망간 노출수준을 초과하지 않는 수준이었다. 그리고 최초 환자가 호소하는 주증상인 발작 증상은 망간정신병이나 신경병으로 알려져 있는 질환과는 거리가 멀었다. 발작증상 외에 이 용접공들은 특별한 신경증상이 나타나는 것도 아니었다. 다시 말해서 이 용접공들에게서 망간중독을 의심할 수 있는 근거는 뇌자기공명 검사에서 나타난 고신호강도가 유일하였다.

망간의 독성 기전

망간은 직업적으로 과다하게 노출될 경우 독성작용이 있지만, 원래 인체의 필수구성 요소이며 필요한 미네랄 중 하나이다.

망간은 사람과 동물의 필수 원소인데, 단백질, 지질, 탄수화물의 대사, 면역반응, 생식, 뼈의 성장에 관여한다. 또, 망간은 과산화소디스무타아제(manganese superoxide dismutase; MnSOD), 아르기닌 분해효소(arginase), 글루타민 합성효소(glutamine synthetase) 금속효소의 필수 구성요소이다. 뿐만 아니라 망간은 신경세포의 기능 및 신경전달에도 관여하는 것으로 추정된다.

외부로부터 흡수된 망간이 몸에 축적되는 장소 중 하나는 중추신경계이다. 망간이 주로 축적되는 신경조직은 대뇌 아래쪽에 있는 기저핵이라고 불리는 부위이다. 기저핵은 대뇌반구의 백색질 속에 위치하고 있는 회백질의 덩어리이다. 기저핵은 대뇌핵 속의 여러 가지 신경섬유가 돌아나가거나 수행하는 중요한 장소인데, 4쌍의 핵인 꼬리핵, 렌즈핵, 담장 및 편도체로 구성되어 있다.

기저핵의 기능은 정확히 알려져 있지 않는데, 알려져 있는 기능 중 중요한 것은 운동기능이다. 사람이 걸음을 걷거나 물건을 잡는 등의 '수의 운동'과 몸을 떨거나 균형을 잡거나 반사적인 반응을 보이는 운동기능인 '불수의 운동'을 기저핵에서 관장한

다. 그래서 기저핵에 문제가 생기게 되면 수의운동과 불수의 운동에 장애가 생겨서 온몸이 굳는 '이긴장증', 보행불능, 떨리는 증상이 생기게 된다.

망간이 이러한 독성을 나타내는 기전은 아직도 정확하게 밝혀져 있지는 않고 있는데, 1996년에는 이러한 독성에 대한 연구가 더욱 미진한 상황이었다. 일반적으로 망간 독성의 작용기전은 망간이 산화스트레스를 일으켜 신경세포를 사망하게 하는 것으로 추정하고 있다. 신경계에서는 어느 부위가 망간중독에 민감한지가 문제였는데, 망간 중독 환자들의 증상이 파킨슨병과 유사한 증상을 나타낸다는데 착안하여, 파킨슨병에서 주요 영향을 받는 부위를 주목하게 되었다.

파킨슨병에서는 기저핵을 중심으로 광범위하게 퍼져있는 도파민 신경전달계가 영향을 받는데, 파킨슨의 생산량이 현저히 떨어져서 몸이 강직되고 운동장해를 보이는 병이 파킨슨병이다. 이때 주로 파괴되는 조직이 기저핵 관련 조직 중 줄무늬체(striatum)인데 이곳이 도파민을 많이 생산하기 때문이다.

망간중독에서는 기저핵의 줄무늬체가 주요 병변부위라고 보이지 않았다. 그리고 도파민 농도가 현저히 줄었다면 도파민 유사 약제를 투여했을 때 증상이 호전되어야 할

텐데, 그러한 약제를 투여해도(파킨슨병에서는 L-dopa가 주로 쓰였다) 증상이 나아지지 않았다.

그리고, 동물실험에서는 망간이 도파민 신경계에 영향을 주는지에 대하여 서로 상반된 결과가 보고되고 있었다. 즉 망간투여가 줄무늬체(striatum)에서의 도파민 감소를 야기한다는 보고가 있는가 하면 영향을 주지 않는다는 보고도 있었다. 오히려 망간의 항산화성으로 인하여 뇌 지질의 과산화를 억제하거나 단백질의 산화를 억제하여 도파민 신경세포의 파괴를 저지하고 도파민 농도를 높인다는 연구도 있었다. 망간중독에서는 창백핵(globus pallidus)이 손상을 받으므로, 창백핵에 많은 GABA 신경전달계에 대한 연구도 수행되고 있었다. GABA 신경전달계에 대한 연구도 일관성이 없었는데, 뇌의 GABA 농도를 증가시킨다는 보고도 있고, 영향을 주지 않거나 감소시킨다는 보고도 있었다.

뇌자기공명검사와 망간

그런데, 기저핵의 일부 조직은 망간에 친화성이 대단히 강해서 망간이나 철 등의 금속이 뇌조직에서는 주로 기저핵, 특히 기저핵 중에서도 담창구나 창백핵 부위에 축적되게 되는 것이다.

자기공명촬영은 고주파를 인체에 노출시

켜 수소원자가 공명하여 발생하는 신호를 이용하는 검사법이다. 즉, 수소원자를 함유하고 있는 인체의 각 조직은 그 구성에 따라 다른 신호를 내기 때문에 그 차이를 이용하여 인체에 대한 자세한 정보를 얻게 되는 것이다.

망간은 상자성(paramagnetic) 물질이므로 조직에 침착된 망간은 자기공명촬영의 T1 이완시간을 감소시킴으로써 MRI T1강조영상에서 신호강도가 증가되어(고신호 강도) 더 밝게 나타난다. 특히 망간이 많이 축적되어 있는 부위인 기저핵에서는, 창백핵을 중심으로 대칭적으로 고신호강도를 보인다. 그렇기 때문에 T1 강조영상의 진단이 망간의 축적을 보기 위한 검사로 활용될 수 있는 것이다.

망간에 노출된 근로자에서 자기공명사진에 나타난 고신호 강도는 육안으로 볼 때는 주변보다 밝은 신호로 보인다. 그런데, 그 밝기의 정도는 방사선사진 판독자가 주관적으로 표현하게 되므로 보다 객관적인 지표를 필요로 하게 되었다. 자기공명촬영 T1 강조영상에서 전두엽 아래쪽의 백질은 검게 보이게 된다. 이곳에 비해 기저핵에 침착된 망간은 밝은 영상을 보이게 되는데, 백질과 기저핵의 신호강도를 비교하여 밝게 보이는 정도를 객관적으로 수치화 하여 “백질에 대하여 상대적으로 환산한 신호강도인 창백핵 지표(pallidal index; PI)”를 망간이 침착

된 정도를 간접적으로 표현해 주는 지표로 표현하기도 한다.

증폭되는 논란

포항지역의 용접공 3명에서 나타난 뇌자기공명검사 사진 소견은 전문가들 뿐 아니라 지역의 용접근로자들에게 큰 논란을 일으키게 되었다.

첫째, 뇌자기공명검사에서 이상소견이 있으면 망간중독인가라는데 대한 논란이었다. 뇌자기공명검사에서 기저핵에 고신호강도가 나타나는데, 이 고신호강도가 있지만 신경학적 질환이 있는 것은 아니지 않은가 하는 문제였다.

둘째, 일반적으로 용접작업에서 노출되는

망간의 농도는 높은 수준의 노출은 아니었다. 포항지역의 세 명의 용접공에서 노출된 환경농도 역시 과거의 문헌에서 보고되는 중증 망간중독 환자들에 비해서는 낮은 농도의 망간 노출수준이었다.

다시 말해서, 크게 높지 않은 농도에서도 만성적으로 장기간 노출될 경우 망간중독이 일어나는 것인가에 대한 의문이 제기되었다.

그와 함께 상대적으로 고가 검사인 자기공명검사에서 보이는 고신호강도가 실제로 망간중독에 대한 조기지표라면, 망간에 저농도에 노출되는 수많은 근로자들에게 모두 자기공명검사를 실시해야 하는가에 대한 정책적 판단이 필요하게 되었다.

당시만 해도 20-50만 명으로 추산되는 우리나라의 용접작업 근로자들의 건강을 관리하기 위해 어떤 정책을 펴야하는가에 대한 중요한 판단이 요청되는 상황이었다. ☹️

참고 문헌

- 박정일, 노영만, 구정완, 이승한. 원광분쇄작업장에서의 망간폭로. 대한산업의학회지 1991;3(1):111-118.
- 임현술, 김지용, 정해관, 정희경. 망간취급 여성근로자의 망간폭로 및 건강위해에 관한 연구. 예방의학회지, 1995;28(2):406-420.
- 홍영습, 임명아, 이용희, 정해관, 김지용, 임현술, 이충정, 사공준, 김준연. CO₂ 아크 용접 근로자의 뇌 MRI 고신호강도 3례. 대한산업의학회지 1998;10(2):290-298
- 홍영습, 김정일, 정갑열, 김준연. 연강/아크용접 근로자들의 뇌자기공명영상에서 관찰된 고신호강도의 임상적 의미. 대한산업의학회지 1999;11(3): 415-419