

구내 방사선사진 촬영시 위험도와 방사선 방어에 대한 고찰

원광대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

부교수 이 병 도

최근의 영상과학의 발전에 힘입어 방사선학의 발전 또한 주목할 만하다. 치과 방사선학 영역에서는 디지털 시스템의 도입, 전산화단층촬영술 등을 통한 입체적인 영상분석 증가 등 많은 변화가 일어나고 있으며 방사선 검사 빈도가 예전에 비해 증가하고 있다. 이에 따라 전리(ionization) 작용이 있는 방사선의 위해(hazard)작용에 대해서 의료인은 물론 일반인들의 관심이 커지고 있으며 특히 가임 여성의 경우 방사선 촬영에 대해 민감하다.

환자가 방사선 위험도에 대해 문의해올 때 치과 의사는 치과방사선 조사선량이 매우 적은 양이기 때문에 무해하다는 막연한 설명을 하기보다는, 정량적인 방사선량의 개념을 가지고 방사선의 위험도에 대해 체계적인 설명을 해주는 것이 필요하다고 생각한다. 이를 위해 필자는 방사선에 의한 생물학적 효과와 구내 방사선촬영기의 조사선량에 대한 개념, 임신과 방사선 조사 및 환자에 대한 방사선 위험도 설명법 등을 위주로 기술해보기로 하겠다.

목 차

1. 방사선에 의한 생물학적 효과
발암작용
유전효과
2. 구내 방사선촬영기의 조사선량
3. 임신기간과 방사선 조사.
4. 방사선 위험도 설명 및 방사선 방어법
5. 맺음말

1. 방사선에 의한 생물학적 효과

의료분야에서 행해지고 있는 방사선을 이용하는 술식에는 진단용 방사선사진촬영법 외에도 투시검사(fluoroscopy), 핵의학 검사(nuclear medicine) 등이 이용되고 있으며 방사선치료(radiation therapy)도 행해지고 있으나, 치과임상에서는 대부

분 진단용 방사선사진 촬영법이 이용되고 있다. 의료분야에서 이용되고 있는 X선, 감마선 등은 전리작용이 있는 방사선으로서 생물학적 효과를 유발할 수 있으며 이러한 생물학적 효과는 결정적 효과(deterministic effect)와 확률적 효과(stochastic effect)로 구분된다. 역치선량(threshold dose) 이상의 방사선이 조사가 되는 경우 결정적 효과에 의해 피부발적, 백내장 등이 야기될 수 있으며 중앙조직에 대한 방사선 치료와 같이 고선량의 방사선을 조사받는 경우에 결정적 효과가 나타날 수 있으나 통상적인 CT, 흉부 촬영, 파노라마 촬영 등의 진단용 방사선 조사량에 의해서는 결정적 효과가 유발되지 않는다. 수십년 전에는 방사선 노출시간이 길고 반복적으로 방사선 조사를 받는 경우에 피부 발적 등이 관찰되는 경우가 있었으나 최근에 이러한 증례가 보고되는 경우는 없다.

확률적 효과는 역치선량이 존재하지 않고 아주 적은 방사선 선량에 의해서도 암이 발생하거나 유전적 효과가 일어날 수 있는 가능성이 있다는 것이며 진단용 방사선을 다루는 치과의사 입장에서 관심을 가져야 하는 생물학적 효과는 이러한 발암작용과 유전효과이다.

1) 발암작용(Carcinogenesis)

포유류가 고선량의 방사선에 노출되는 경우 암 발생율이 증가된다는 사실은 수많은 실험동물 연구 등을 통하여 확인된 바 있다. 일본에 투하된 원자폭탄 생존자들에서 백혈병에 이환된 빈도가 증가하였고 영국에서 강직성 척추염(ankylosing spondylitis)에 대한 방사선 치료를 받은 환자에서도 암 발생율이 증가하였다는 역사적 사실 등은, 인간이 고선량의 방사선에 노출되는 경우 암에 걸릴 확률이 그만큼 높아질 수 있다는 사실을 암시한다. 그러나 인간을 대상으로 발암과정을 실험한 예는 없으며, 방사선조사에 의해 인간에게서 치명적인 암이 발생하였다는 직접적인 증거는 아직까지 보고되지 않았다. 이와 같이 고선량의 방사선에 인

간이 노출되는 경우 불확실하지만 암 발생율이 증가할 수 있는 개연성은 있다.

반면에 흉부촬영이나 치근단, 파노라마 방사선 촬영과 같이 저선량의 방사선은 발암작용과 관계가 있을까? 결론적으로 말하면 진단용 방사선에 의해 암이 발생할 확률은 극히 작다고 한다. 그러나 발암 가능성을 배제하지는 못하며 방사선 노출빈도 및 노출시간, 촬영부위 등에 의해 암 발생 확률이 달라질 수 있다. 한 예로 상대적으로 방사선에 민감한 조직인 골수부위가 조사를 받으면 백혈병에 이환될 확률이 커지는 것으로 알려져 있다.

1958년 Stewart 등은 임신 중의 태아가 10 rad 이하의 진단용 방사선에 노출되면 출산 후 백혈병의 발생 가능성이 있는 것으로 보고한 바 있으며 Preston-Martin과 White²는 LA county에 거주하는 사람들 중 이하선 종양에 걸린 사람들을 후향적으로 조사한 결과 전악 구내 방사선사진 촬영을 한 경험이 있는 사람의 경우에 이하선 종양이 발생할 가능성이 있다고 하였다.

2) 유전효과

방사선에 의한 유전효과는 돌연변이, 염색체 수 이상이나 염색체 절단 등 주로 세포핵의 염색체 이상과 관련하여 피폭자의 자손이 영향을 받는 것이다.

초파리를 이용한 연구에서 방사선 흡수선량이 증가할수록 치명적인 돌연변이 발생비율도 증가되는 것으로 알려져지며 Russel과 Russel³은 700만 마리의 mouse를 이용한 연구(Megamouse Project) 결과 낮은 방사선량에 의해서도 유전효과가 유발될 수 있다고 하였다. BEIR(Biological Effects of Ionizing Radiation) 위원회 보고⁴에 의하면 아무리 적은 방사선 선량에 의해서도 유전 효과가 가능하며, 이러한 유전효과는 선량율(dose rate)과는 무관하다고 하였다.

그러나 인간에게서 방사선에 의한 유전효과는 보고되지 않았으며 실제로 원자폭탄과 같이 매우 높

은 방사선량 노출을 당한 경우에도 원폭피해 생존자의 후손에서 유전효과를 확인하지는 못하였다.⁵ 일반적으로 구내방사선량 수준의 방사선 조사를 받는 경우는 유전효과와는 무관한 것으로 보이며 유전효과보다는 발암작용과의 관련성에 관심이 집중되어 연구되는 경향이 있다. 그러나 방사선 노출 당시의 피폭자의 연령과 생식세포의 분화정도, 방사선원과 생식기관까지의 거리, 방사선 선량 등 여러 요소에 의해 유전효과의 유발가능성이 상존하므로 적절한 방사선 방어수단이 제공되어야 할 것이다.

2. 구내 방사선촬영기의 조사선량

방사선은 생물학적 효과를 유발할 수 있기 때문에 무한정 사용되어서는 안되며 그래서 각 나라, 각 기관마다 선량제한이 행해지고 있다. 그러나 의료진단용 방사선량은 강제적으로 선량제한을 할 수 있는 근거가 없으므로 되도록 적은 방사선량을 사용하는 ALARA(As low as reasonably achievable) 법칙에 충실한 것이 바람직하다. 국제방사선방어위원회(ICRP diagnostic reference level, publication 73), 국제원자력위원회(IAEA Safety series No.115) 등 국제적 기구에서는 방사선 방어를 위해 선량 기준을 제시한 바 있고, 1매의 치근단 방사선사진 촬영시 피부 흡수선량은 7 mGy 정도가 적당하다고 하였다.

일반적으로 치근단 방사선사진 촬영시 발생하는 조사선량과 환자가 받는 흡수선량 등은 노출시간, 관전압이나 관전류, 거리 및 노출된 조직의 위치에 따라 다양하지만 대체적으로 치근단 방사선사진 1매 촬영당 약 217 mR 정도의 조사선량이 측정된다고 보고되었다.⁶ 최근 필자는 구내 방사선촬영시 해당 치아 부위와 갑상선 부위의 흡수선량을 측정하여 보았다. 방사선선량계(Mult-O-Meter, Unfors, Sweden)로 측정한 결과 전치부와 구치부에서 400~1,200 microGy 정도의 흡수선량이 측정되었고, 갑상선 부위의 피부흡수선량을 조사해본 결과 거의

선량이 측정되지 않았으나 상악 전치부 촬영시에만 10-35 microGy 정도로 측정된 바 있다. 이 흡수선량은 구내 방사선 촬영기의 종류, 노출시간 등에 따라 약간의 차이가 있었으며 위에서 제시한 7 mGy 또는 217 mR에 비해 적은 선량임을 알 수 있었다.

3. 임신기간과 방사선 조사

임신기간은 착상전기(pre-implantation stage, 2주), 기관형성기(organogenesis, 3-8주), 태아기(fetal stage) 등으로 구분될 수 있는데 착상전기에는 방사선 조사로 인해 수정란이 유산될 가능성이 크기 때문에 역설적으로 안전하다고 할 수 있으며, 기관형성기 또는 태아기 초에 기형유발 가능성이 큰 것으로 알려져 있다. 이때는 태아 세포들이 분화단계이기 때문에 민감하며, 100-200 mGy 정도의 방사선량에 노출되는 경우 기형이나 지능저하 등이 유발될 수 있다고 보고되고 있다⁷

산모는 태아에 대한 방사선 노출과 기형아 출산 우려 때문에 방사선 촬영에 대해 민감하다. 그러므로 복부 방사선촬영이나, barium 조영술 검사 등 산모의 복부에 방사선이 조사되는 검사는 임신기간을 피하는 것이 바람직하다. 한편 대부분의 구내 방사선사진촬영술의 경우에는 방사선이 복부 부위로 조사되지 않고, 또한 X선원이 복부와 떨어져 있기 때문에 안전하다. 다만 상악 전치부 촬영시 관두가 하방으로 향하고 있으므로 산란 방사선 등에 의해 복부가 노출될 수 있으나 이 또한 태아가 X선에 직접 노출되는 것이 아니라 산모의 복부 피부가 1차적으로 조사를 받는 것이다. 위에서 언급한 바와 같이 상악 전치부 촬영시 구강으로부터 조금 떨어져 있는 갑상선 부위의 흡수선량이 10-35 microGy 정도이었고 복부에서는 선량이 거의 측정되지 않았으므로 이로 미루어 구내 방사선촬영시 태아에는 거의 방사선이 흡수되지 않는다고 추측할 수 있으며, 더욱 안전을 도모하기 위해서는 납방어

복의 착용이 추천된다고 할 수 있다. 또한 파노라마 방사선촬영 시에는 X선 조사방향이 약간 상방으로 향하기 때문에 복부에 조사될 가능성은 매우 낮다고 할 수 있다.

치과외사가 가임여성을 대상으로 방사선사진 검사를 시행할 예정이라면 10일 법칙을 응용할 수 있다. 여성의 배란은 다음 월경 예정 12-16일 전 즉 월경과 월경의 거의 중간지점에 행해진다. 그러기 때문에 최종 월경 개시일로부터 10일간은 수정란이 존재할 가능성이 없다고 생각할 수 있다. 만약 가임 여성이 불가피한 이유로 방사선사진 검사를 받아야 한다면 수태가능성이 없는 최초 월경 개시일로부터 10일 이내에 방사선 검사를 실시하는 것이 바람직하며, 특히 하복부에 고선량의 X선이 조사되는 요추부위의 방사선촬영, barium조영술 등의 경우에 그러하다.

그러나 산모가 임신된지 모르고 있는 상태에서 고선량의 방사선에 노출된 경우 문제가 될 수 있으며 Hammer-Jacobsen⁸ 은 방사선 민감도가 높은 시기인 임신 초기 6주까지 10 rad 정도의 방사선량에 노출되는 경우 태아를 유산시켜 기형아 출생을 방지하는 것이 필요한 일이라고 보고한 바 있다.

4. 방사선 위험도 설명 및 방사선 방어법

환자가 방사선에 조사되어 불안해하는 경우 혹은 임신 중의 방사선 위해 정도를 문의하는 경우 치과 방사선 조사량은 매우 적기 때문에 안전하다고 하는 정도의 막연한 설명을 하는 것보다는 구체적 설명을 해주는 것이 필요하다. 이 때 자연방사선 일수와 발암의 확률적 효과 가능성을 위주로 방사선 피폭 위험도를 설명할 수 있다. 여기서 말하는 자연방사선은 우주선, 지각이나 암벽 등으로부터 발생하는 천연적인 방사선으로 주변 환경에서 항상 존재하는 방사선이며 미국의 경우 연간 3.0mSv 정도의 자연 방사선에 피폭되고 있다고 한다.⁶

현대인들은 대부분 아파트나 빌딩등에 거주하게

되는데 이러한 건물로부터도 방사선이 소량이나마 누출되고 있다. 또한 고도가 높은 지역에 살거나 특별한 지역(예: 인도 Kerala)등에 거주하는 경우에도 방사성 물질에 노출되고 있으며 이때의 피폭선량 (예: Kerala- 1,300 mrem, 브라질 해안 지역- 500 mrem)은 의료기관에서 사용하는 진단용 방사선에 비해 높은 양이다. 그러나 이 지역의 주민들에게서 자연방사선 피폭으로 인해 특별한 이상이 발견되거나 발암이 증가되었다는 보고는 없다.

학자들에 따르면 전악 구내 방사선사진 촬영의 경우 자연방사선의 1일에서 일주일 분량, 파노라마 방사선사진 촬영의 경우 1일에서 12시간 분량, 교익 촬영의 경우에는 1시간에서 1일 분량의 자연방사선량에 해당되는 선량이 우리 신체에 영향을 준다는 것이다.⁹ 우리는 매일 같이 의식적이나 무의식적으로 자연방사선에 노출되고 있으며 이와 같이 수시간-수일동안 자연방사선에 더욱 노출되었다고 해서 특별한 위해작용이 일어난다고 할 수는 없는 것이다. 참고로 방사선조사량이 많은 barium 조영술 검사의 경우에는 1½ 년 분량의 자연방사선량과 유사한 수준이므로 이러한 경우에는 임신 여성의 복부에 영향을 줄 가능성이 있다.

한편 악성종양 발생 확률로 방사선 위험도를 환자에게 설명할 수 있는데 구내 방사선사진 촬영으로 인해 백만명당 5-7 명의 빈도로 악성 종양이 발생될 확률이 있다고 보고되고 있다.¹⁰ 이러한 빈도수는 자연적인 암 발생율, 또는 교통사고나 흡연으로 인한 사망률과 비교할 때 높은 수치는 아니다. 우리 사회 구성원들 중에는 암이나 교통사고 등에 의해 백만명당 수명에서 수십명 이상이 사망하고 있으며 이러한 질병, 사고 등은 언제나 인간의 사망을 유발하는 요인이다. 구내 방사선 조사에 의한 악성종양 발생 가능성도, 인간의 사망을 야기하는 수 많은 원인요소 중 하나로 고려되어져 계산되는 것이며, 방사선 피폭에 의해 발생되었다고 가정된 이러한 악성종양이 자연적으로 생겨난 악성종양인

지 아닌지 조차도 구별이 어렵다.

수십년 전에는 구내 방사선사진 촬영시 노출시간이 수초 내지는 수십초에 달했지만 최근에는 0.1초 단위로 감소되었는데 이는 구내필름 감광도 향상과 관계가 깊다. 최근 사용되었던 E-speed 필름의 경우에 초창기 필름에 비해 피폭량을 약 1/50로 감소시켰다는 보고가 있다. 즉 고 감광도 필름 사용으로 인해 노출시간이 대폭 감소된 치과방사선 선량이 사용되고 있는 것이다. 그 외에 적절한 시준과 여과, 평행 촬영장치의 사용, 방어용 납치마 등을 통해서 환자의 피폭량을 감소시킬 수 있었다. 방어용 납치마는 젊은 연령대의 생식기나 산모의 복부, 그리고 골수부위 등 민감한 조직을 보호하는데 의미가 있을 것이다.

만약 유전효과 방지를 위해 납방어복을 노년층에 착용시킨다면 방어복 사용효과가 감소되는 것이며 파노라마 방사선사진 촬영의 경우에도 복부 부위의 납방어복은 크게 의미가 없을 것이다. 치과에서 사용되는 방사선의 대부분은 복부부위에 직접적인 조사를 하지 않고, 갑상선이나 악골 골수 부위 등에 영향을 미치기가 쉽다.

따라서 복부 납방어복 보다는 갑상선 보호대 등이 더 효과적일 수 있다고 생각하며, 어린이의 경우 방사선 피폭에 대해 민감하기 때문에 갑상선 보호대를 착용하여 산란방사선을 방어해주는 것이 바람직하다. 방사선은 되도록이면 조사받지 않는 것이 좋기 때문에 사용목적에 따라 납 방어복도 병행 사용하여 환자와 술자 모두에게 안정감을 주고 산

란방사선 등으로부터 조직이나 기관을 보호하는 것이 필요하다고 본다.

5. 맺음말

1매의 치근단 방사선사진 촬영시 측정되는 조사선량 약 217 mR은 그 자체로서 흉부 촬영 조사량보다 많다고 할 수 있다. 그러나 치명적인 암 등의 위험 지표로 사용되는 유효선량(effective dose)으로 변화시켰을 때 치근단 방사선사진 촬영시의 유효선량이 흉부 촬영시의 유효선량보다 적다. 즉 치근단 방사선사진 촬영시의 조사선량 자체가 매우 적은 것은 아니나 다행히 악안면 부위에는 유효선량의 가중치가 높은 조직이나 기관이 타부위에 비해 적다는 의미이다. 그러므로 무분별한 촬영을 지양하고 적절한 방어수단을 갖추는 것이 중요하며, 임신모에 구내촬영 등이 필요한 경우에도 납방어복 착용, 고감광도 필름 등을 통한 노출시간 감소와 최소한도의 방사선 촬영만을 선택하면 태아에 대해서 특별한 위해가 없을 것이라고 생각하며 또한 상황에 따라서 위에서 언급한 10일 법칙 등을 이용할 수 있을 것이다.

진단용 방사선은 소량을 의해서도 발암작용을 야기할 가능성을 배제할 수 없으며 축적작용이 있다는 사실을 생각하면 방사선방어에 소홀함이 없어야 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Stewart A, Webb J, Hewitt D. A survey of childhood malignancies. *Br Med J* 1958;30:1495-508.
2. Preston-Martin S, White SC. Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dent Assoc* 1990;120:151-8.
3. Russell LB, Russel WL. An analysis of the changing radiation response of the developing mouse embryo. *J Cell Physiol* 1954;43:103-49.
4. BEIR Report: The Effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Report of the Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation. National Academy of Sciences/National Research council, Washington, 1972
5. International Commission on Radiological Protection. Radiation and patient: A guide for medical practitioners. A web module produced by Committee 3 of ICRP. 2003
6. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology; Principles and Interpretation*. 4th ed. The C.V. Mosby Co. 1999. p.56
7. International Commission on Radiological Protection :Pregnancy and medical radiation, *Annals of ICRP* Volume 30/1, Pub 84, 2001
8. Hammer-Jacobsen E. Therapeutic abortion on account of x-ray examination during pregnancy. *Dan Med Bull* 1959;6:113-22.
9. White SC. 1992 assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21:118-26.
10. Underhill TE, Chilvarquer I, Kimura K, Langlais RP, McDavid WD, Preece JW, et al. Radiobiologic risk estimation from dental radiology. Part I. Absorbed doses to critical organs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;66:111-20.