



# 의료방사선의 현재와 각국의 피폭저감화 활동사항

이 활\* | 서울대학교병원 영상의학과

## Current status of medical radiation exposure and regulation efforts

Whal Lee, MD\*

Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

\*Corresponding author: Whal Lee, E-mail: whal.lee@gmail.com

Received November 10, 2011 · Accepted November 20, 2011

The radiation exposure from diagnostic medical imaging has increased. The potential risk from radiation exposure of the patient also has increased even though the risk from a small amount of radiation exposure has not been clearly demonstrated. Any medical radiation exposure must be justified and the examinations which use ionizing radiation must be optimized. The education of the referring physician and radiologist are important. However, stronger regulation is essential to control medical radiation exposure. Many national and international organizations have made a significant effort to regulate and monitor medical radiation exposure using guidelines, accreditation, or even laws. Medical radiation exposure must be controlled, and this could be achieved by continuous interest from health professionals and organizations.

**Keywords:** Radiation protection; Radiation hazard; Computed tomography; Ionizing radiation

### 서론

다중검출기 computed tomography (CT) 등 최근 CT 기기의 빠른 발전으로 인하여 CT 검사가 많이 늘고 있다. 이전의 단일 슬라이스 CT로는 검사할 수 없었던 관상동맥을 빠른 촬영 속도를 가지는 다중검출기 CT와 심전도 동조 기법을 이용하여 검사할 수 있게 되었다[1], 폐혈관색전증에서 다중검출기 CT 검사는 가장 정확한 진단율을 가지는, 가장 처음 시행해야 하는 검사가 되었다[2,3]. 이렇듯 기기의 발달은 진단영역의 확장을 가져오고 이전 보다 더 많은 검사가 이루어지게 한다. 하지만 이러한 기술의 발달과 의학의

진보에 따라 수반되는 문제가 의료용 방사선 피폭의 증가이다. 이에 본 종설에서는 의료방사선의 사용과 대처 방안에 대하여 논의하고 각국의 피폭저감화 활동방안에 대하여 보고하고자 한다.

### 의료방사선의 현재

비교적 엄격한 법령에 의하여 방사선 관계종사자의 방사선 방어나 일반 대중의 방사선 방어가 관리되고 있는 것에 비하여 환자에 대한 의료방사선 피폭은 법률의 제재를 받지 않는다. 각 환자가 처한 의학적 상황에 따라 검사의 이득과

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

방사선 피폭의 위험을 평가하여야 하므로 일률적인 선량한도를 정해 둘 수 없기 때문이다[4]. 환자의 진단용 검사장비에 의한 의료용 방사선 피폭은 검사가 늘어남에 따라 증가할 수 밖에 없다. 특히 CT 사용의 증가로 인하여 지난 십여 년간 의료용 방사선 피폭이 급격히 증가했다. National Council on Radiation Protection and Measurements [5]의 2006년도 보고에 의하면 미국에서 전 국민의 1인당 방사선 피폭량은 1980년대 초반의 3.6 mSv 에서 2006년 6.2 mSv 로 증가하였다. 이 자료에 의하면 증가된 방사선 피폭의 원인은 대부분 의료용 방사선 피폭이다. 1980년대 초의 의료용 방사선 피폭은 미국 국민 1인당 0.53 mSv에서 2006년 3.0 mSv로 늘었다. 또한 1인당 방사선 피폭량에서 의료용 방사선 피폭이 차지하는 비율은 15%에서 48%로 증가하였다. 전 국민의 피폭량의 절반 정도를 차지하는 의료용 방사선 피폭에 대한 관리가 필요함은 당연하다. 우리나라의 방사선 피폭량에 대한 정확한 통계는 없으나 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation에서 2008년도에 제시한 자료에 의하면 한국의 CT 장비 수는 인구 100만 명당 32.2대로 미국과 같은 수준이며 OECD 국가 중 3위에 해당한다. 건강보험심사평가원의 전국 CT 엑스선 검사 횟수 현황을 보면 2003년에서 2007년 사이 두부 CT 검사는 291,525건에서 633,218건으로 복부 CT 검사는 31,472건에서 61,147건으로 4년간 2배 이상 검사 건수가 증가했음을 알 수 있다[6]. 상기 자료들을 참고하여 보면 한국의 CT 장비수가 미국과 비슷한 수준이며 CT 검사 건수도 매년 증가하여 한국 국민 1인당 방사선 피폭량이 증가하고 있다고 추정해볼 수 있다.

이러한 의료용 피폭의 증가는 검사 자체의 증가와 더불어 단순촬영이나 투시 검사와 다른 CT 검사의 특성에 기인한다. 단순촬영이나 투시 검사의 경우 지나친 방사선량의 증가는 과 노출된 영상을 만들기 때문에 적절한 영상의 질을 유지하려는 노력이 있다면 지나친 방사선량이 사용되는 일은 드물다. 하지만 CT 검사에서는 검사에 사용되는 방사선량이 많을 수록 영상의 질이 좋아지므로 방사선 피폭에 대한 의사의 환자에 대한 안전관리가 필요하다.

International Atomic Energy Agency (IAEA)에서는

의료용 방사선 피폭의 정당화를 위하여 3A 캠페인을 하고 있으며 이는 awareness(인지), appropriateness(적정성), 그리고 audit(감사)이다. Awareness는 임상 의사, 영상의학과 의사, 관련 작업 종사자 및 환자, 일반 대중의 방사선 위험에 대한 지식 및 인지를 의미한다. Appropriateness는 검사가 적절한 상황에서 적절하게 수행되어야 함을 의미하고 audit은 이러한 awareness, appropriateness가 제대로 수행되고 있는지 주기적이고 체계적인 관리 감독을 포함하는 감사 시스템이 운용되어야 함을 의미한다.

방사선 피폭을 동반하는 검사를 의뢰하는 임상 의사 또는 검사를 시행하고 감독하는 영상의학과 의사의 방사선 위험에 대한 인지도는 생각보다 낮다. 이에 대한 몇 편의 연구 결과를 보면 CT 검사에서의 방사선 위험은 대부분의 의사에 의하여 저평가 되고 있다. Lee 등[7]에 의하면 영상의학과 의사의 76%, 응급의학과 의사의 73%, 환자의 100%가 CT 검사에서의 방사선 피폭량을 과소평가 하고 있다. O'Sullivan 등[8]은 의과대학 학생들의 방사선 위험에 대한 인지도를 조사하였는데 의과대학 신입생의 경우 방사선 위험에 의한 암 발생 가능성을 CT, MR, 초음파검사가 유사하다고 답하였으나 교육과정이 진행하면서 이러한 잘못된 지식이 바로 잡히는 것을 보고하였다. 이 보고에서는 영상의학과 교육과정과 방사선 안전관리에 대한 교육이 이러한 변화에 중요하다고 하였다. Borgen 등[9]의 조사에 의하면 검사를 의뢰하는 의사의 대부분이 방사선 피폭량이 많은 검사에 의한 방사선량을 저평가하고 있으며 이러한 인지의 문제가 가이드라인 배포로 해결할 수 없다고 하였다. 이 보고에 의하면 오직 20%의 임상 의사가 가이드라인을 참고하였다고 한다. 이러한 연구 결과를 참고하면 의사의 방사선 피폭에 대한 인지도를 올리기 위하여 가이드라인 제작 배포와 같은 수동적인 방법보다 적극적인 교육이 중요하다고 생각된다. Krille 등[10]은 과거에 발표된 의사의 방사선 피폭에 대한 인지도에 관한 연구를 검토하여 극히 일부의 의사만이 방사선 피폭에 대한 올바른 지식을 가지고 있다고 결론 내리고 있다.

이러한 낮은 인지도의 원인은 몇 가지를 들 수 있다. 우선 그 동안 의료용 피폭에 대한 교육이 충분히 이루어 지지 않았다. 이는 의료용 방사선 피폭이 급격히 증가하기 이전에

의학교육 과정에서 이러한 방사선 피폭에 대한 교육의 중요성이 크지 않았기 때문이다. 방사선 위해에 대한 교육은 영상 의학과 의사뿐만 아니라 검사를 의뢰하는 임상各科의 임상 의사에 대하여도 이루어져야 하므로 의과대학 교육 과정에 포함되는 것이 바람직하다. 하지만 아직도 의과대학 교육 과정에서 이러한 내용은 충분히 반영되고 있지 않다고 생각된다.

방사선 피폭의 위험에 대한 교육이나 홍보는 의사 및 보건직에 국한되는 일은 아니다. 일반 대중 및 환자에 대한 교육도 중요하다. 하지만 일반 대중이나 환자에게 방사선 위험에 대한 잘못된 홍보는 과장된 공포심을 유발하여 정말 필요한 검사를 시행하는데 방해가 될 수 있으며 결과적으로 환자가 꼭 필요한 방사선 검사를 받지 못함으로써 받는 불이익이 더 커질 수 있다. 이러한 대중 및 환자의 교육을 위하여 쉽게 이해할 수 있고 검사의 필요성과 위험성을 잘 설명할 수 있는 의사소통의 도구가 필요하다. 방사선 피폭선량을 이해하기 쉽게 설명하고 그 위험도를 적절한 비유로 설명할 수 있는 공통의 의사소통 도구의 개발도 의사 및 환자, 일반 대중의 올바른 방사선 검사에 대한 이해에 중요한 부분이다. 또한 이러한 의사소통을 통하여 이해당사자 간의 공감대를 형성할 수 있고 이를 바탕으로 새로운 정책 수립을 진행할 수 있을 것이다. 검사의 적정성의 확보는 각 질병에 대하여 방사선을 사용하는 검사의 사용에 대한 적응증 및 적절한 촬영 방법에 대한 것이며 이는 각 학회나 유관기관에서 기존의 발표된 연구 자료를 기반으로 하는 가이드라인 등을 만들어 홍보하는 차원에서 확보될 수 있다[11]. 최근 들어 근거에 기반한 표준화된 검사 및 치료 가이드라인이 많이 발표되고 있으며 방사선 위해의 가능성이 있는 CT나 투시 검사의 경우 이러한 가이드라인의 존재 및 홍보가 더욱 더 중요하다고 할 수 있다. 감사란 이러한 인지도 및 적정성에 대한 검토이고 의뢰방법 및 검사 시행에 대한 전반적인 진행과정을 다루어야 한다.

## 각국의 피폭저감화 활동사항

일반 국민에 대한 의료용 방사선 피폭을 줄이고자 하는 노력은 여러 정부 차원에서 이루어지고 있다. 유럽연합은

의료용 방사선 피폭을 줄이고자 일찍이 많은 노력을 기울이고 있다. MDCT가 사용되기 이전인 2000년도에 이미 European Commission [12]에서 radiation protection 시리즈를 출간하고 있고 의료용 방사선 피폭관리를 위한 교육에 대한 가이드라인을 제시하고 있다. 이 문건을 통하여 인터벤션 및 유방촬영 소아 환자의 방사선 촬영 대한 품질관리 및 방사선 위해 및 안전 관리를 위한 교육을 강조하고 있다. European Commission [13]에서는 또한 draft euratom basic safety standards directive를 최근 제시하였으며 모든 진단용 방사선 사용에 대한 정당화를 강조하고 있다. 정당화되지 않는 피폭은 금지되어 한다는 선언을 포함하고 있으며 이를 위하여 조절과 감독의 필요성을 언급하고 있다. 또한 각 회원국에 관련 법령의 제정과 관리 감독 시스템의 도입 및 이러한 제도의 인증을 요구하고 있다.

국제 기구인 IAEA는 radiation protection of patients라는 명제 하에 환자의 방사선 피폭 관리에 대한 홍보 및 교육에 힘쓰고 있다. IAEA에서는 2002년 International action plan for the radiation protection of patients을 출간하고 2년 마다 위원회를 구성하여 그 사업 방향을 재조정하고 있다[14]. 그 내용의 핵심은 다음과 같다. 1) IAEA는 환자의 방사선 피폭 관리에 관한 자료를 웹사이트(<http://rpop.iaea.org>)에 공개한다. 2) 영상 검사에 사용되는 방사선 양은 다양하며 일부에서 과다하게 사용된다. 이의 표준화를 위하여 참조준위(diagnostic reference level)의 개념을 도입한다. 3) 의료용 방사선 피폭 관리에 대한 교육 자료를 제작하고 IAEA 웹사이트에서 무료 다운로드가 가능하도록 한다. 4) 의료용 방사선 피폭관리의 전문가가 부족한 것이 문제이며 이의 해결을 위하여 노력해야 한다. 5) 기술의 발달과 함께 방사선 피폭을 줄이도록 기술을 활용해야 한다. 6) 방사선을 사용하는 검사를 의뢰하는 임상 의사의 교육이 필요하며 방사선 피폭의 위험성과 필요성에 대한 환자와의 적절한 소통의 도구가 필요하다.

미국은 U S Food and Drug Administration을 통한 제도적인 기기의 관리를 통하여 방사선 피폭량을 줄이고자 노력한다. 방사선을 사용하는 기기가 환자의 촬영과 동시에 사용된 방사선량을 제시하고 영상 기록으로 남기게 하는 기

기의 방사선 피폭량에 대한 표기 의무 등이 이에 해당한다. 미국 캘리포니아주는 법령을 통하여 환자의 방사선 피폭을 규제하려고 한다[15]. 2010년에 통과하여 2012년 7월 1일부터 효력을 갖게 되는 이 법령은 CT를 사용하는 모든 기관이 환자에 대한 방사선 피폭량을 기록하고 1년 단위로 관계 기관의 요청이 있는 경우 제시하도록 하고 있다. 이러한 기록을 남기기 위하여 환자 개인의 방사선 피폭량을 확인하고 자료로 남겨두어야 하므로 강력한 방사선 피폭관리 방법이 될 수 있다. 하지만 한 개인의 방사선 피폭 관리는 CT 외에 방사선 핵종을 사용하는 검사 및 혈관조영술과 투시, 단순 촬영이 포함되어야 하고 단일 의료기관에서의 기록뿐 아니라 한 개인이 이용하는 모든 의료기관의 방사선 피폭량이 관리 되어야 하므로 범 국가적인 접근이 필요하다. 미국의 American college of Radiology (ACR)에서는 환자의 증상에 따른 검사의 적정성에 대한 권고를 인터넷 사이트에 출간해 놓고 있으며 이는 많은 전문가를 포함한 ACR 내의 위원회에서 협의된 내용으로 2년 마다 개정하고 있다[11]. 이 권고안에서는 상대적 방사선 수준 relative radiation level이라는 개념을 사용하고 있고 이는 검사에 사용되는 방사선의 양을 직관적으로 표현해 놓은 것으로 검사의 처방 시 위험 이득비를 상대적인 방사선 피폭을 통하여 평가하는데 도움을 준다.

호주는 정부 산하 기구로 Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency에서 의료용 피폭을 관리하고 있으며 이 기구는 방사선 피폭에 대한 safety guideline을 작성하여 제공하고 있다. 이중 의료용 방사선 피폭을 다룬 것은 2008년도에 출간된 Radiation protection in diagnostic and interventional radiology이다[16]. 호주는 또한 National Diagnostic Imaging Accreditation Scheme이라는 환자의 방사선 피폭 관리에 대한 기관 인증제를 시행하고 있으며 이러한 인증제는 향후 보험 급여와 연 관되어 방사선 피폭관리의 강제화도 가능하게 한다. 의료기관인증제도에 방사선 피폭 관리프로그램의 인증을 포함하는 것도 환자의 방사선 피폭 관에 효과적일 수 있음을 알 수 있다. 또한 Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency에서 방사선을 사용하는 검사의 오도에 대하여 영상의학과 의사가 그 적절성을 판정하게 하는 문지기의

역할을 요구하고 있음을 주목할 만하다[17].

캐나다는 가정의제도를 운영하고 있으며 이들 가정의에 대한 교육용 자료를 제작하여 배포한다. 그 내용 중 아래의 내용을 주목할 만하다: 방사선 위해가 있는 검사를 처방하는 의사는 그 방사선 피폭량과 부작용 그리고 그 필요성에 대하여 알아야 하며 이것은 약물을 처방하면서 적절한 용량과 그 약물의 부작용, 필요성을 알아야 하는 것과 같다.

## 결론

전세계적으로 진단검사를 위한 의료용 방사선 피폭은 급격히 증가하고 있다. 아직 소량의 방사선 피폭의 위험성은 정확히 증명되지 않았지만 전 세계인구가 의료용 방사선 피폭으로 이전보다 훨씬 높은 방사선 피폭에 노출되어 있음은 명확하다. 이러한 방사선 피폭의 위험을 줄이기 위하여 검사의 정당화가 이루어져야 하고 또한 방사선을 사용하는 검사를 의뢰하는 의사 및 검사를 시행하는 의사의 방사선에 대한 지식이 요구된다. 이를 위하여 지속적인 교육이 이루어져야 한다. 이러한 환자에 대한 방사선 피폭을 관리하기 위하여 국제기구 및 세계 각국의 많은 정부기구 및 민간단체의 노력이 지속적으로 이어지고 있다.

## Acknowledgement

Supported by grant no 04-2011-0290 from the SNUH Research Fund.

**핵심용어:** 방사선 방어; 방사선 위해; 전산화 단층촬영; 전리성 방사선

## REFERENCE

1. Kopp AF, Ohnesorge B, Flohr T, Georg C, Schroder S, Kuttner A, Martensen J, Claussen CD. Cardiac multidetector-row CT: first clinical results of retrospectively ECG-gated spiral with optimized temporal and spatial resolution. *Rofo* 2000;172:429-435.
2. Rubins JB. The current approach to the diagnosis of pulmonary embolism: lessons from PIOPED II. *Postgrad Med* 2008; 120:1-7.
3. Stein PD, Woodard PK, Weg JG, Wakefield TW, Tapson VF,

- Sostman HD, Sos TA, Quinn DA, Leeper KV Jr, Hull RD, Hales CA, Gottschalk A, Goodman LR, Fowler SE, Buckley JD; PIOPED II Investigators. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED II Investigators. *Radiology* 2007;242:15-21.
4. Valentin J; International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Amsterdam: Elsevier; 2007.
  5. National Council on Radiation Protection and Measurements. Ionizing radiation exposure of the population of the United States: NCRP report no. 160. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2006.
  6. United Nations. Source and effects of ionizing radiation: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation [Internet]. New York: United Nations; 2010 [cited 2011 Dec 5]. Available from: [http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753\\_Report\\_2008\\_Annex\\_A.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_Annex_A.pdf).
  7. Lee CI, Haims AH, Monico EP, Brink JA, Forman HP. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology* 2004;231:393-398.
  8. O'Sullivan J, O'Connor OJ, O'Regan K, Clarke B, Burgoyne LN, Ryan MF, Maher MM. An assessment of medical students' awareness of radiation exposures associated with diagnostic imaging investigations. *Insights Imaging* 2010;1:86-92.
  9. Borgen L, Stranden E, Espeland A. Clinicians' justification of imaging: do radiation issues play a role? *Insight Imaging* 2010; 1:193-200.
  10. Krille L, Hammer GP, Merzenich H, Zeeb H. Systematic review on physician's knowledge about radiation doses and radiation risks of computed tomography. *Eur J Radiol* 2010;76:36-41.
  11. ACR appropriateness criteria [Internet]. Reston: American College of Radiology [cited 2011 Nov 18]. Available from: <http://www.acr.org/ac>.
  12. Guidelines on education and training in radiation protection for medical exposures: radiation protection 116 [Internet]. Brussels: European Commission; 2000 [cited 2011 Nov 18]. Available from: [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\\_protection/doc/publication/116.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/116.pdf).
  13. Draft euratom basic safety standards directive [Internet]. Brussels: European Commission; 2010 [cited 2011 Nov 18]. Available from: [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\\_protection/doc/art31/2010\\_02\\_24\\_draft\\_euratom\\_basic\\_safety\\_standards\\_directive.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/art31/2010_02_24_draft_euratom_basic_safety_standards_directive.pdf).
  14. International action plan for the radiation protection of patients [Internet]. Vienna: International Atomic Energy Agency [cited 2011 Nov 18]. Available from: <http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/ArchivedNews/ReportSteeringPanel.htm>.
  15. California S.B. 1237: radiation dosage (Jun 23, 2010).
  16. Radiation protection in diagnostic and interventional radiology [Internet]. Melbourne: Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency; 2008 [cited 2011 Nov 18]. Available from: [http://www.arpana.gov.au/pubs/rps/rps14\\_1.pdf](http://www.arpana.gov.au/pubs/rps/rps14_1.pdf).
  17. Inside Radiology [Internet]. Sydney: Royal Australian and New Zealand College of Radiologists [cited 2011 Nov 18]. Available from: <http://www.insideradiology.com.au/>.



## Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 최근 방사선 검사건수 증가와 그에 따른 의료용 방사선 피폭 증가에 대해 사회적 관심이 높아지고 있는 시점에서 시의적절한 주제라 생각된다. 이에 필자는 각국의 피폭저감화를 위한 활동들을 심도 있게 소개하고 있는데, 의료인과 의대생에게 의료용 방사선 피폭에 대한 적극적인 교육과 일반인의 쉬운 이해를 돕는 도구의 개발, 적절한 CT 사용에 대한 적응증 및 적절한 촬영 방법에 대한 가이드라인 제시, 방사성 피폭 규제를 위한 법령의 제정과 관리 감독 시스템의 도입 및 이러한 제도의 인증 등이 그것이다. 우리나라도 최근 방사선 검사 건수가 급격히 증가하고 있는데, 환자에게 꼭 필요한 방사선 검사가 최소의 방사선 피폭으로 이루어 질 수 있도록 하기 위해서 의료인과 전문가들의 지속적인 관심과 노력 및 제도 개선이 필요하다.

[정리:편집위원회]