

진단용 방사선 안전관리최적화에 대한연구

A study on Optimization at Diagnostic Radiation Safety Management

임재동 * 김병석 * 강경식

요 약

1895년에 독일 뢰트겐에 의해 발견된 이후 X선은 1896년부터 의료목적으로 사용된 기록이 있으며, 한국에 도입되어 진단용X선발생장치로서 환자 진료에 사용하기 시작한 역사는 1911년경부터 조선총독부의원과 세브란스의원에 도입되어 사용하게 되었다. 최근 의학 및 의용공학의 발전으로 방사선을 이용한 진단 기술의 발전과 건강에 대한 국민의 의료욕구가 증가함에 따라 방사선을 이용한 질병의 진단과 치료 방법에서 새로운 기법이 개발되고 그 이용은 지속적으로 증가되고 있는 추세이다. 방사선의 이용은 진단 및 치료에 중대한 이득을 제공하고 있으나 그 이면에는 최적화 및 정당화 되지 않은 방사선의 피폭으로 장애 및 유해요인이 초래되는 것은 부인할 수 없다. 이와 관련하여 방사선을 이용하여 검사 및 치료를 시행함에 있어 피폭선량 최적화를 위한 기술적 노력은 방사선 관계자의 막중한 의무이다.

-
- * 명지대학교 산업시스템공학부 박사과정
 - * 충주대학교 안전공학과 교수
 - * 명지대학교 산업시스템공학부 교수

I. 서 론

방사선 피폭선량에 대한 안전관리의 중요성이 인식되면서 우리나라에서도 1974년 세계보건기구(WHO)와 정부간 방사선보건사업에 대한 협정이 체결되었으며, 그 후 의료용 방사선의 안전문제를 제기하여 1994년 의료법에 진단용 방사선발생장치 사용에 따른 신고, 안전관리책임자선임, 방사선 관계종사자 피폭관리 및 장치의 성능관리 검사 등이 제도화되어 1995년 1월 6일(보건복지부령 제3호)자로 “진단용 방사선안전관리 규칙”이 제정공포 되었다. 진단용 방사선의 안전관리는 진단용 방사선피폭선량의 최적화를 위한제도로서 진단용 방사선발생장치에 대한 안전관리의 제도적 시발점이라 할 수 있다.

진단용 방사선 안전관리는 방사선에 의한 각종 위해 요소를 최소화함으로써 안전을 확보하고 이를 관리하기 위한 제도적,기술적 활동이나 조치이며, 양질의 진료제공은 의료서비스의 궁극적 목표이다. 따라서 진단용 방사선 안전관리의 적절한 관리와 운용은 최소한의 선량으로 최적화하여 양질의 영상진단이 진료에 제공될 때 피폭에 대한 불안감을 해소 시킬 수 있고 의료기관뿐만 아니라 의료수해자의 경제적,행정적 손실을 감소시킬 수 있다.

의료기관들은 사람의 생명을 다루기 때문에 최첨단 기기들을 많이 사용하고 있지만 실제 정보화와 관련된 부분에서는 아직도 초기단계에 머무르고 있다. 의료 정보화에 있어 문제점으로 지적되는 부분들은 법적,사고적 걸림돌이 가장 큰 문제였다. 의료법 시행규칙 제18조에 의하면 정보화된 의무기록을 법으로 인정하지 않고 있었으나, 2001년 의료법개정으로 진료기록을 서류뿐만 아니라 전자적으로 보관할 수 있도록 허용되었다.

본 연구에서는 방사선 방어체계와 연관된 국내 · 외 진단용 방사선안전관리관련체계에 대하여 분석하고자 하였다

2. 방사선 방어 체계의 행위 정당화 (Justification of radiation practices)

방사선 피폭행위의 정당화는 방사선 피폭을 수반하는 어떠한 행위라도 그 실행으로 인하여 진정한 이익을 얻을 수 없다면 시행해서는 안 된다. 라고 설

명할 수 있다. 방사선 피폭을 수반하는 행위를 실행할 때는 그 행위의 결과로 얻는 이익과 그 행위에 수반되는 비용, 손해 등을 비교 검토한 결과, 실제적인 이익을 얻을 수 있는 경우에만 실행이 결정되어야 한다는 것이다. 이 경우의 이익이란 특정한 개인 또는 집단의 이익뿐만 아니라 사회 전체의 이익까지를 포함한 전체의 이익이며 또한 비용이란 금전적인 것뿐만 아니라 인간의 건강이나 환경에의 손해 등을 포함하는 방사선 피폭에 수반되는 모든 부정적인면의 전체를 말한다.

따라서 정당화의 판단을 이상적인 방식으로 정량적으로 실시하기 위해서는 다음의 식에 표시된 비용-이익분석을 행하여 그 결과, 그 행위가 (+)의 이익(B)을 가져온다는 것을 확인할 필요가 있다.

$$B = V - (P + X + Y)$$

B : 어떤 행위에 대한 실제적인 이익

V : 행위에 의한 총 이익

P : 행위를 실행함에 따르는 방사선 방어비용을 제외한 기본적인 생산비용

X : 방사선 방어의 목표를 달성하기 위한 비용

Y : 방사선 피폭에 수반되는 손해

$$Y = +\alpha S + \beta \sum N_j f_j (H_j)$$

α : 단위집단선량($\text{man} \cdot \text{Sv}$)당의 객관적 건강 영향에 관계하는 금전적 비용

S : 집단선량당량

β : 객관적 건강 영향 이외의 손해 성분과 관련된 단위집단선량당의 금전적 비용

f_j : 선량당량 H_j 와 관계된 리스크에 대한 보정계수

H_j : j번째 group의 N_j 명의 평균선량당량

비용-이익 분석을 행한 결과, 진정한 이익이 있다는 것이 확인되어 실행·도입이 결정되었던 행위는 정당화되었던 것이 된다. 실제 정당화의 판단에 임하게 될 경우, 방사선 방어와는 직접 관계없는 경제적 또는 사회적 요인이 판

여되어 주관적 가치 판단이 필요하게 되지만 이것은 방사선에 국한된 문제만은 아니다.

3. 방사선 체계의 방어 최적화

(Optimization of radiation protection)

방사선 피폭을 수반하는 행위가 정당화되어진 경우에는 그 행위로부터 모든 방사선 피폭은 경제적 및 사회적 요인을 고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지해야 한다.(As Low As Reasonably Achievable, economic and social factors being taken into accounts : ALARA). 이러한 사고(思考)가 방사선 방어의 최적화이다. 방사선 방어의 있어서 역치선량이 존재하지 않는 방사선의 확률적 영향이 있다고 가정하는 이상, 피폭선량을 될 수 있는 한 낮게 유지하려고 하는 것이 방사선방어의 기본적 사고방식이다. 방사선 영향으로써 피부의 홍반처럼 역치선량이 존재하는 영향만을 대상으로 하던 시기에는 개인이 받은 피폭선량을 한도치 이하로 하려고 하는 요건을 지키지 않으면서도 방사선 방어의 목적은 달성되어졌다. 그러나 방사선 방어의 대상이 되는 영향으로서 암 및 유전적 영향이 주시되면서부터는 방사선 방어 요건으로서 피폭선량을 선량당량한도 이하의 가능한 최저로 제한하려고 하는 사고방식이 도입되어 어느 정도까지 피폭선량을 낮게 할 것인가 하는 것이 실제적인 문제가 되었다. 방사선 피폭에 대한 리스크는 피폭선량을 가능한 낮게 하는 것이 좋다. 즉 방사선 안전에 대한 최적 준위를 결정하려고 하는 것이 최적화 판단이다. 또한 피폭선량을 기술적으로 가능한 한 최소화하여야겠지만 최소화(minimization)와 최적화와는 다른 개념이다.

최적화라는 용어가 처음 사용된 것은 ICRP Pub.26(1977년 권고)이지만, 1955년의 권고 이후부터 논란이 있어 왔으며 어느 정도까지 피폭선량을 낮추어야 한다는 것에 관해서도 <표2-2>에 나타난 것처럼 시대에 따라 다소 표현상의 차이가 있으며 방사선 피폭선량의 최적화 준위를 정량적으로 판단을 할 때 고려해야 할 방사선 방어에 관련된 중요한 요인이 <표2-2>에 나타나 있다. 여러 종류의 최적화 요인을 고려하면서 방사선 방어의 최적화 판단의 수단으로서 ICRP는 <표 2-2>과 같은 분석방법을 제안하고 있다.

방사선 방어와 관련된 요인만을 고려하고 방사선 방어의 최적화 판단을 정량적으로 행할 때에는 비용-편익 분석법과 다요인 효용분석법이 비교적 용이

한 방법이다. 비용-편익 분석법의 방어준위(W)와 관련된 방어비용(X(w))과 손해비용(Y(w))이 다음 식을 만족할 때 최적화 되었다고 판단하는 방법이 된다.

X(w)+Y(w)=최소

다요인은 효용분석은 방어비용, 손해비용 등을 각각 효용치(score)로 나타내고 관련된 요인 전부의 효용치의 합계를 방어수준으로 검토하는 방법이다. 어떠한 판단수단을 사용하더라도 최적화 판단은 <표 2-3>과 같은 순서에 의해서 행해져야 한다. 방사선 방어의 최적화에 있어서 최종적 판단을 할 경우에 방사성 방어와는 직접 관련이 없는 여러 가지의 사회적 요인에 따라서 결정되어지는 경우도 실제로는 많다.

<표 2-2> 방사선방어의 최적화 판단 요인 및 최적화 판단의 분석방법

최적화 판단 요인	분석 방법
· 방사선 방어 수단에 필요한 비용	· 비용-효과 분석법 (cost-effectiveness analysis)
· 집단선량	· 비용-편익 분석법 (cost-benefit analysis, extended cost-benefit analysis)
· 개인선량분포	· 다요인 효용분석법 (multi-attribute utility analysis)
· 방사선방어수단의 폐적합	· 다기준 우위 분석법 (multi-criteria outranking analysis)

<표 2-3> 방사선 방어의 최적화 판단순서

순 위	내 용
1	최적화의 검토 여부를 판단 및 검토의 범위설정
2	최적화 고려 요인을 구분 방사선 방어에 직접 관련된 요인과 사회적 간접요인 구분
3	방사선 방어수단으로서의 선택방법들을 명확히 한다.
4	선택할 수 있는 각 방어수단에 대해서 방사선 방어에 관련된 요인들을 평가
5	최적화의 분석방법을 사용하여 최적의 해석(解析)
6	감도분석을 하여 최적화 판단을 할 때 각 요인의 중요도를 검토한다.
7	최적화 즉, 최적의 방사선 방어 및 안전수단을 결정
8	방사선의 방어에 직접적으로 관련이 없는 간접요인에 관해서 검토
9	최종적인 의사결정

4. 방사선 체계의 개인 선량제한

(Individual Dose Limits)

정당화, 최적화가 된 경우 어떤 개인의 실효선량당량을 결코 초과할 수 없으며 ICRP 60의 권고에서는 “유효선량 한도가 연간 50mSv를 초과하지 않는 범위에서 5년간 평균이 1년당 20mSv이내로 한다.”로 규정되어 있고 <표2-4>, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙(보건복지부령 제3호) 에서 피폭 선량 허용기준은 “기본 식에 의해 산정된 기준 내에서 3개월간 30mSv(3rem) 이하 이어야 하며, 연간 50mSv(5rem)을 초과할 수 없다.”

<표 2-4> ICRP의 선량한도의 권고치(ICRP Recommendation 1990)자료
ICRP Recommendation of the Standard Commission on Radiological Protection, ICRP Publication No. 60, Annals of the ICRP 21(1-3),

구 분	직 업 피 폭	공중(公衆)피폭
실효선량	5년간의 평균이 1년당 20 mSv	1년에 1 mSv
년 등가선량		
수정체	150 mSv	15 mSv
피부(1cm ²)	500 mSv	50 mSv
손, 발	500 mSv	-

5. 결 론

의료분야에서 진단용 방사선의 이용은 환자를 진료하고 검사하는데 없어서는 안 될 존재이다. 그러나 의료부분에서의 방사선의 이용은 방사선 피폭으로 인한 손실보다는 이익이 앞선다는 정당성 때문에 그리 중요하지 않게 사용하여 온 것이 국내의 현실이다. 우리나라 의료기관의 전체 진단용 방사선장비보유대수는 2003년 1월 기준 34,562대로 인구 100만 명당 718대의 방사선 장치를 보유, 진료에 이용하고 있다. 이중 컴퓨터단층촬영장치의 보유 대수는 인구 백

만명 당 30.7대로 OECD국가 중 일본에 이어 1위이다. 또한 의료보험제도로 의료수혜자의 수요는 급증하여 방사선을 이용한 방사선검사의 이용도 급증하고 있는 추세로 진단을 위한 방사선의 피폭선량의 준위도 대단히 높다. 본 연구에서 건강보험심사평가원의 EDI청구 자료를 표본 추출하여 분석한 촬영의 빈도수는 (0.0)으로 나타났다.

방사선촬영에 대한 빈도수는 국민 평균 1인당 000의 촬영건수를 나타냈으며, 평균 방사선 피폭 선량치는 00mGy로 추정되었다. 이러한 방사선피폭선량의 준위는 급성이상이 올 수 있는 한계선량은 아니었지만, 의료행위를 위해서 정당화되어진 피폭이라도 방사선에 노출되어지는 것은 가급적 제한하여 방사선의 이용을 최적화해야 할 것이다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 박영선 유장수, 김동윤, “의료방사선관리학”, 신광출판사, (1999) : 25-33, 167-170
- [2] 한만청, “진단용방사선 분야에서의 환자피폭선량 감소” 방사선 보건 News letter Vol2.1. (1996)
- [3] 경광현 외12, “진단용방사선안전관리(II)”, 대학서림, (1998) : 205 - 227
- [4] 박수성, 김건상, 이관세, 이용철, 박경진, 김건중, “진단방사선원리”, 대학서림, (1985) : 236 - 237
- [5] 김영일, 윤철호, “의료영상기기학”, 신광출판사, (1996) : 278-280
- [6] 허준, “방사선상 정보학”, 신광출판사, (1997) : 502
- [7] ICRP Publ,26 : Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, (1997)
- [8] NCRP Report No. 99 : Quality Assurance for Diagnostic Imaging Equipment Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurement, (1998)
- [9] IAEA safety No. 15-1 : International Basic Safety Standards for Protection Against Ionization and for the Safety of Radiation Source. IAEA