

소아암 환자의 양성자치료 시 DIPS 촬영에 따른 피폭선량

— Exposure Dose of DIPS in Proton Therapy for Pediatric Cancer Patients —

강북삼성병원 방사선종양학과 · 한서대학교 방사선학과¹⁾

김정수 · 김정구¹⁾

— 국문초록 —

소아암 환자에 대한 양성자치료 시 정밀한 자세재현 확인 및 종양의 위치파악을 위한 DIPS 촬영으로 인하여 발생하는 방사선 피폭에 관하여 확인하여 보았다. 2007년 3월부터 2009년 10월까지 일산의 K 암전문병원에서 양성자치료를 받은 50명의 소아암 환자를 대상으로 DIPS의 촬영조건을 비교 분석하였으며, 1회 DIPS 촬영 시 피폭선량은 전후 측면촬영에서 0.09~1.57 mGy로 측정 되었으며, 1일 DIPS 촬영이 가장 많은 소아암 환자는 뇌척수조사 환자로 23.55 mGy로 측정되었다. 전뇌조사 환자에서 1일 DIPS 촬영 시 피폭선량이 1.13 mGy로 1일 처방선량을 가장 많이 초과하였으며, 권고선량의 2%를 초과하지 않았다. 치료기간 중 DIPS 피폭선량이 가장 많은 환자는 전뇌조사 환자로 632.71 mGy로 이는 처방선량의 1.13%로 권고선량의 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다. 소아암 환자에 대한 DIPS 촬영 시 피폭선량은 처방선량에 대하여 2%를 초과하지 않는 피폭선량으로 나타났지만, 방사선감수성이 높고 평균 잔여 수명이 긴 소아암 환자에게는 유전적 영향 등의 확률적 영향과 관련된 방사선 장해를 초래할 수 있음을 인식하여 소아암 환자의 DIPS 촬영에 대한 가이드라인 제시로 방사선 피폭을 최소화할 수 있는 방안을 마련해야 할 것으로 사료된다.

중심 단어: 양성자치료, 소아암, DIPS

I. 서 론

최근 첨단 의료공학 기술이 도입된 첨단 방사선 의료기기 등이 개발되어 방사선 치료에 크게 기여하고 있으나 이에 따른 방사선 피폭 또한 심각한 문제로 대두되고 있다. 일반적으로 진료를 목적으로 환자들에게 조사되는 의료피폭은 인위적으로 만들어낸 방사선 피폭 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 의료피폭은 확률적 영향에 대한 위험에 대하여 문턱선량이 없기 때문에 일반인이 받는 선량이 증가함에 따라 위험도 또한 증가한다. 일반적으로 선진국에서는 환자 촬영 시 촬영조건 및 피폭선량

등을 기록할 것을 권고하고 있으나 우리나라의 의료제도에서는 환자 개인별 피폭선량을 기록하지 않으며, 의료기관에서 검사 당 환자피폭선량에 관한 측정 자료도 없는 실정이다. 또한 촬영조건 변화에 따른 환자 피폭선량의 자료도 없을 뿐 아니라 이를 기록할 수 있는 제도적 장치 또한 없다. 더욱이 몇몇 의료시설에서 환자 피폭선량을 측정하여도 이러한 측정치에 대한 적정치를 판단할 수 있는 기준이 없다. 이러한 의료피폭에 대한 방사선의 위해성은 알고 있지만 이를 측정, 기록, 보관, 관리를 하지 않고 있어 환자의 피폭선량에 대한 현황을 파악하지 못하고 있는 실정이다¹⁾.

방사선에 의한 피폭은 진단영역에서 뿐만 아니라 상대적으로 고에너지 방사선을 사용하는 치료영역에서도 진단 목적의 X선 검사나 CT 등의 피폭선량을 저선량으로 취급하는 경향이 있다²⁾. 특히 양성자치료에서 DIPS(Digital

*접수일(2011년 1월 24일), 심사일(2011년 2월 15일), 확정일(2011년 3월 7일)

교신저자: 김정구, (356-706) 충남 서산시 해미면 대곡리 360
한서대학교 방사선학과
TEL: 041-660-1055, FAX: 041-660-1058
E-mail: jkkim@hanseo.ac.kr

Image Positioning System) 촬영은 환자의 자세확인하고 종양의 위치파악 등으로 많이 이용되고 있으며, 양성자치료의 필수 확인사항으로 환자의 자세확인하고 종양의 위치파악을 위하여 DIPS 촬영은 여러 번 실시된다. 양성자치료는 X선 치료에 비하여 정상조직에 대한 방사선피폭을 줄일 수 있는 장점 때문에 소아암 환자에 적응증이 높다^{3,4)}. 일반적으로 소아암 환자는 15세 미만의 종양 환자를 의미하며, 백혈병(leukemia), 뇌종양(brain tumor), 악성림프종(malignant lymphoma), 신경모세포종(neuroblastoma), 윌름스종양(wilms tumor) 등의 순으로 발병 확률이 높다^{5,6)}. 양성자치료는 치료의 특성상 시간이 일반적으로 30분~1시간 정도이며, 장시간 움직임을 제한하고 있다. 그러나 대부분의 소아암 환자에게 장시간 의식적으로 움직임을 제한하기엔 많은 제약이 따르기 때문에 마취과의 협조 하에 마취를 시행하여 치료를 하고 있다. 소아암 환자의 마취여부에 의해 DIPS 촬영의 재촬영 여부가 결정되며, 이는 환자의 피폭선량으로 이어진다.

DIPS는 IGRT(Image Guided Radiation Therapy)의 개념으로 NCRP(National Council on Radiation Protection and Measurements) Rep. 102에서 Image Guide 선량을 치료 처방선량의 2%로 제한을 하고 있다⁷⁾. 이러한 권고사항은 성인과 소아를 구분하지 않고 제시한 것이기 때문에 방사선감수성이 높은 소아암 환자에 대한 제한사항과는 차이가 있으리라 사료된다. 또한 양성자치료 시 DIPS 촬영에 대한 지침이나 규정이 존재하지 않고, 촬영횟수에 대한 제한이 따르지 않는 것이 사실이다. 또한 시술자가 양성자치료 시 DIPS 촬영의 피폭선량의 위험성을 간과하였을 경우 필요 이상의 DIPS 촬영을 시행할 수 있으며, 이는 환자의 피폭선량 증가로 이어진다. 특히 소아 환자에 대한 방사선피폭은 동일한 방사선 조사야가 적용될 경우 연령이 감소할수록 작은 신체조건으로 인해 더 많은 장기들이 방사선 조사야에 포함될 뿐만 아니라, 인체 두께에 의한 방사선 차폐효과가 감소하므로, 동일한 목적의 X선 진단 절차에서 소아 또는 미성년 환자의 피폭선량이 더 클 것으로 예상 된다⁸⁾. 그럼에도 불구하고 현재 소아 기준의 방사선피폭에 관한 연구가 미비한 실정이며, DIPS 촬영 또한 성인과 소아를 동일 시 하여 실시하고 있으며, 이는 방사선에 민감한 소아암 환자에게는 위험을 초래할 수 있다.

따라서 본 연구는 소아암 환자에 대한 양성자치료 시 DIPS 촬영으로 인하여 발생하는 피폭선량을 측정하여 DIPS 촬영의 피폭선량 감소와 관리 방안 등을 제시하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

본 연구는 2007년 3월부터 2009년 10월까지 일산의 K 암전문병원에서 양성자치료를 받은 소아암 환자 50명을 대상으로 양성자치료 시 시행된 DIPS 촬영을 촬영 조건별, 치료 부위별, 촬영 횟수별로 구분하여 피폭선량을 비교 분석하였다.

DIPS 촬영은 CT 모의치료 시 얻은 CT 영상을 재구성하여 DRR(Digitally Reconstructed Radiography)을 만들며, 양성자치료 전에 DRR 영상과 같은 각도의 X선 DR(Digital Radiography)영상을 얻어 이를 비교한 후 양성자치료기(Proteus 235, IBA, Belgium)로 소아암 환자의 양성자치료를 시행하였다. DIPS 촬영은 노즐의 반대 방향에 DID(Digital Image Device) A와 이에 수직인 DID B로 영상을 획득하여 획득한 DR영상을 DRR영상과 bony landmark로 비교하여, X, Y, Z 방향과 pitch, roll, rotation 방향으로 이동해야 할 보정변수를 지시한다.

DIPS는 Fig. 1과 같이 2개의 X-ray tube(Varian, A277)가 장착되어 있으며, 환자가 couch에 정방향으로 누웠을 때 AP방향에 tube A, 이에 수직방향에 tube B가 설치되어 있다. isocenter와 151.1cm에 tube A와 287.5cm에 tube B가 고정되어 있으며, 저에너지 방사선을 이용하여 환자의 자세재현과 종양의 위치확인을 하는데 이용한다. DIPS의 정류방식은 삼상전파정류장치이며, 총여과는 2.7 Almm이다. 관전압은 40~150 kV이며, 관전류는 1~500 mAs, 타겟각도는 7°, 초점크기는 0.6~1 mm이다. 2개의 X-ray tube와 마주보는 2개의 검출기(PAXACAN 4030R)는 a-Si 타입으로 에너지 단위는 40~150 keV이며, 픽셀은 2304×3200, 해상도는 127×127 μ m, 반응영역은 29.3×40.6 cm이다.

Fig. 2는 양성자치료 시 DIPS의 1회 피폭선량을 전리조를 이용하여 측정하는 장치이다. 소아암 환자 치료 시와 같은 조건인 관전압 55~75 kVp, 관전류 32~80 mAs로 시행하였고, 선원에서 환자치료 중심과 동일 지점이 되도록 전후 151.1cm와 측면 287.5 cm 지점에 전리조(35050A, Inovision)를 위치시키고 측정하였다. 사용된 전리조의 측정 불륨은 0.02 cm³이며 교정은 1년에 1회 시행하였다. 후방산란을 최소화하기 위해 전리조의 지름보다 작은 크기의 아크릴 원통위에 couch에서 15 cm되도록 전리조를 위치시켰다. 측정은 각각의 조건에서 3회씩 실시하여, 조사선량을 측정하여 흡수선량으로 환산한 평균 피폭선량을 구하였다.

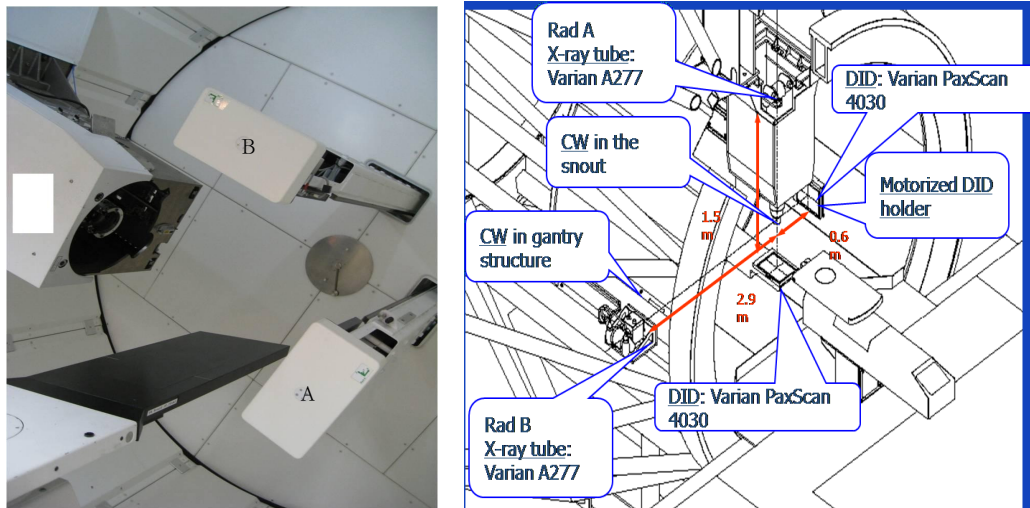


Fig. 1. Diagram for DIPS facility at proton therapy

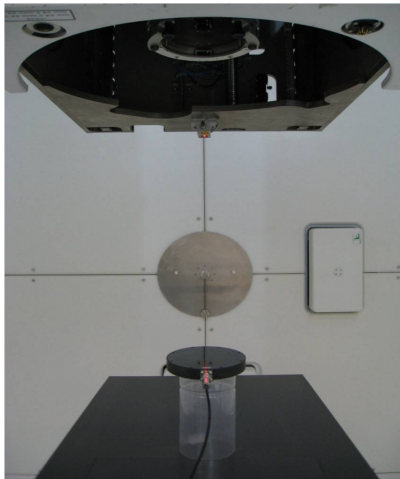


Fig. 2. Use ion chamber for DIPS radiation exposure

III. 결 과

1. DIPS 촬영

양성자치료를 실시한 소아암 환자 50명 중 환자의 치료 부위별 DIPS 촬영 횟수를 Table 1에 나타내었다. 치료 부위별 처방선량과 beam 횟수, 1일 DIPS 평균 촬영 횟수, 총 DIPS 촬영 횟수는 종양의 위치와 주치의의 성향 등에 따라 다를 수 있지만, 1일 DIPS의 촬영 횟수는 촬영 부위에 따라 9~15회까지 시행되었으며, 평균 12회 정도 촬영이 되었다. DIPS의 촬영 횟수는 beam의 횟수와 set-up position, field position의 방향, set-up의 정확도, 환자의 마취여부 등에 따라 유동적으로 달라질

수 있다.

Table 1에서 양성자치료 시 치료 부위별 DIPS 촬영 횟수를 확인한 결과 1일 DIPS의 촬영이 가장 많이 시행되는 환자는 뇌척수조사 환자로 3,000 mGy씩 18회 치료하여 총 50,400 mGy의 선량으로 치료를 시행하며, beam 횟수는 5회, 1일 15회의 DIPS 촬영이 시행되고 총 270여 회의 DIPS 촬영이 시행되었다.

총 치료기간 동안 DIPS 촬영이 가장 많이 시행되는 환자는 전뇌조사 환자로 1,800 mGy씩 31회 치료하여 총 55,800 mGy의 선량으로 치료를 시행하며, beam 횟수는 3회, 1일 13회의 DIPS 촬영이 시행되고, 총 403회의 DIPS 촬영이 시행되었다.

총 처방선량이 가장 높은 환자는 상악동조사 환자로 2,000 mGy씩 30회 치료하여 총 60,000 mGy의 선량으로

Table 1. The number of times for take DIPS classified by treatment part at proton therapy

| | Prescription dose (mGy) | No. of beam | No. of mean DIPS for a day | No. of total mean DIPS |
|-----------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------------------|
| Brain partial | 2,000×28=56,000 | 3 | 13 | 364 |
| Brain whole | 1,800×31=55,800 | 3 | 13 | 403 |
| Head & neck | 2,000×25=50,000 | 2 | 10 | 250 |
| C-spine | 1,800×33=59,400 | 2 | 10 | 330 |
| L-spine | 2,000×20=40,000 | 2 | 10 | 200 |
| Mediastinum | 2,000×25=50,000 | 2 | 10 | 250 |
| Orbit | 1,800×28=50,400 | 1 | 9 | 252 |
| PAN | 2,000×24=48,000 | 3 | 13 | 312 |
| Maxillary sinus | 2,000×30=60,000 | 2 | 10 | 300 |
| CSI | 3,000×18=50,400 | 5 | 15 | 270 |

치료를 시행하며, beam 횡수는 2회, 1일 10회의 DIPS 촬영이 시행되고, 총 300회의 DIPS 촬영이 시행되었다.

2. 피폭선량 측정

촬영 조건별 피폭선량 측정치를 확인하기 위하여, 전리조를 이용하여 전후 측면 상을 측정해 본 결과 관전압과 관전류가 증가할수록 피폭선량이 증가하였으며, 전후 상에서는 관전압 55 kVp, 관전류 32 mAs에서 0.31 mGy로 가장 적은 선량을 나타내었으며, 관전압 75 kVp, 관전류 80 mAs에서 1.57 mGy로 가장 큰 선량을 나타내었다 (Table 2).

측정조건 55 kVp, 32 mAs에서 0.09 mGy를 나타내어 가장 적은 선량을 나타내었으며, 측정조건 75 kVp, 80 mAs에서 0.45 mGy를 나타내어 가장 큰 선량을 나타내었다 (Table 3).

Table 2. Radiation exposure by kVp and mAs at AP direction (Unit: mGy)

| kVp mAs | kVp | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|
| | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 32 | 0.31 | 0.38 | 0.46 | 0.54 | 0.63 |
| 40 | 0.39 | 0.48 | 0.58 | 0.68 | 0.78 |
| 50 | 0.50 | 0.62 | 0.74 | 0.87 | 1.00 |
| 64 | 0.63 | 0.77 | 0.92 | 1.09 | 1.26 |
| 80 | 0.78 | 0.97 | 1.16 | 1.37 | 1.57 |

Table 3. Radiation exposure by kVp and mAs at lateral direction (Unit: mGy)

| kVp mAs | kVp | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|
| | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 32 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.18 |
| 40 | 0.11 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.23 |
| 50 | 0.14 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | 0.29 |
| 64 | 0.17 | 0.22 | 0.26 | 0.31 | 0.36 |
| 80 | 0.22 | 0.27 | 0.33 | 0.39 | 0.45 |

3. 치료 부위별 DIPS 피폭선량

본 연구에서는 촬영조건별로 전리조를 이용하여 피폭선량을 측정한 결과 값에서 가장 큰 피폭선량인 1.57 mGy를 1일 DIPS 촬영 횡수에 곱하여 양성자치료 시 치료 부위별 1일 DIPS 촬영 시 최대 피폭선량과 총 치료기간 동안 DIPS 촬영 시 최대 피폭선량을 확인하였으며,

처방선량과의 초과율로 계산해 보았다.

Table 4는 양성자치료 시 치료 부위별 1일 DIPS 촬영 시 최대 피폭선량을 확인한 결과 피폭선량이 가장 많은 환자는 뇌척수조사 환자로 23.55 mGy로 추정되며, 이는 1일 처방선량의 0.79%로 권고선량의 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다. 전뇌조사 환자에서 1일 DIPS 촬영 시 피폭선량이 20.41 mGy로 1일 처방선량에 1.13%를 초과하여 가장 많이 초과하였으나, 권고선량 2%를 초과하지 않았다.

Table 5는 양성자치료 시 치료 부위별 총 DIPS 최대 피폭선량을 확인한 결과 총 치료기간 중 DIPS 피폭선량이 가장 많은 환자는 전뇌조사 환자로 632.71 mGy로 추정되며, 이는 처방선량의 1.13%로 권고선량의 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다.

Table 4. Maximum radiation exposure for daily take DIPS classified by treatment part at proton therapy (Unit: mGy)

| | Prescription dose for a day | Exposure dose of DIPS for a day | Excess rate (%) |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Brain partial | 2,000 | 20.41 | 1.02 |
| Brain whole | 1,800 | 20.41 | 1.13 |
| Head & neck | 2,000 | 15.70 | 0.79 |
| C-spine | 1,800 | 15.70 | 0.87 |
| L-spine | 2,000 | 15.70 | 0.79 |
| Mediastinum | 2,000 | 15.70 | 0.79 |
| Orbit | 1,800 | 14.13 | 0.79 |
| PAN | 2,000 | 20.41 | 1.02 |
| Maxillary sinus | 2,000 | 15.70 | 0.79 |
| CSI | 3,000 | 23.55 | 0.79 |

Table 5. Maximum radiation exposure for take DIPS classified by treatment part at proton therapy (Unit: mGy)

| | Prescription dose during the radiotherapy | Exposure dose of DIPS during the radiotherapy | Excess rate(%) |
|-----------------|---|---|----------------|
| Brain partial | 56,000 | 571.48 | 1.02 |
| Brain whole | 55,800 | 632.71 | 1.13 |
| Head & neck | 50,000 | 392.50 | 0.79 |
| C-spine | 59,400 | 518.10 | 0.87 |
| L-spine | 40,000 | 314.00 | 0.79 |
| Mediastinum | 50,000 | 392.50 | 0.79 |
| Orbit | 50,400 | 395.64 | 0.79 |
| PAN | 48,000 | 489.84 | 1.02 |
| Maxillary sinus | 60,000 | 471.00 | 0.79 |
| CSI | 50,400 | 423.90 | 0.84 |

IV. 고 찰

DIPS 촬영은 소아암 환자의 양성자치료 시 환자의 자세제어와 종양의 위치파악을 위해 반드시 요구되는 양성자치료의 절차 중 하나이다. 그러나 이러한 DIPS 촬영은 환자의 피폭에 관한 사항을 고려하지 않고 시행되고 있으며, 양성자치료에 적응증이 높은 것으로 알려져 있는 소아암 환자에 대한 양성자치료 시 방사선피폭은 매우 중요하다고 사료된다. 만약 성인과 동일한 방사선 조사야가 적용된다면 연령이 감소할수록 작은 신체조건으로 인해 더 많은 장기들이 방사선조사야에 포함될 뿐 아니라, 인체 두께에 의한 방사선차폐가 감소하므로, 동일한 목적의 진단 X선 절차에서 소아 또는 미성년 환자의 선량이 더 클 것으로 예상된다⁸⁾. 이에 본 연구에서는 50명의 소아암 환자를 대상으로 양성자치료 시 치료 부위별 DIPS의 피폭선량을 측정하여 처방선량과 비교하여, NCRP Rep. 102 권고선량과 비교하여 보았다.

소아암 환자의 DIPS 촬영 시와 같은 촬영조건 관전압 55~75 kVp, 관전류 32~80 mAs에서 전리조를 이용해 전후와 측면을 측정해 본 결과 전후 상에서 관전압 75 kVp, 관전류 80 mAs의 조건에서 1.57 mGy가 측정이 되어 최대치로 나타났고, 측면 상에서 관전압 55 kVp, 관전류 32 mAs에서 0.09 mGy로 최소치로 나타났다. 치료 부위별 1일 DIPS 촬영 시 피폭선량 최대 추정치를 알아본 결과 뇌척수조사 환자에서 1일 23.55 mGy로 추정이 되며, 이는 처방선량의 0.79%로 권고선량인 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다. 치료 부위별 총 치료기간 동안 DIPS 촬영 시 피폭선량 최대 추정치를 알아본 결과 전뇌조사 환자에서 총 632.71 mGy로 추정이 되며, 이는 처방선량의 1.13%로 권고선량의 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다.

측정된 선량은 결정적 영향과 관련된 방사선장해를 일으키는 선량에는 못 미치는 저선량이지만, 이는 성인의 기준이어서 소아와 동일 시 할 수 없다. 방사선감수성이 높고, 평균 잔여 수명이 긴 소아암 환자에게는 유전적 영향 등과 같은 확률적 영향과 관련지어 방사선장해를 초래할 수 있음을 인식하여야 할 것이다. 또한 DIPS 촬영이 반복될 수 있는 여건이 여럿 상존하기 때문에 피폭선량에 대한 주의는 중요하다고 사료된다. IAEA는 두부에서 전산화단층촬영의 선량을 CTDI_w 60 mGy로 권고하고 있으며⁹⁾, 이와 비교했을 때 본 연구에서 측정된 선량은 적은 선량이 아님을 간과해서는 안 될 것으로 사료된다.

본 연구의 문제점은 실제 소아암 환자의 양성자치료

시 환자에게 가해지는 피폭선량을 측정할 것이 아니고, 장비에서 출력되는 방사선만 측정해 평균치를 구하였다는 것이다. 실제 환자에게 방사선이 피폭되는 선량을 측정하기 위해서는 많은 제한점이 따르기 때문에 간접적으로 측정할 수밖에 없었다. 또한 측정된 선량은 후방산란계수를 전혀 고려하지 않아 산란선에 의한 조사선량을 보정해 주지 못했으며, 촬영부위, 환자의 몸 두께 등에 따라 실제 피폭선량과는 차이가 있을 수 있을 것이다.

의료피폭 저감화를 위해서는 환자선량 관리에 대한 의식의 전환이 필요하며 환자 진료의 적정을 기하고 의료피폭 저감화를 위한 환자선량 평가를 수행함에 있어 환자가 안심하고 방사선 진료나 치료를 받을 수 있도록 환자중심의 의료 환경의 변화에 발맞추어 의료피폭 저감화 및 환자선량 대책을 마련하여야 한다¹⁰⁾. 개인적인 위험은 이론적으로 계산된 평균과 다를 수 있으나, 일부 환자들의 누적선량은 상대적으로 높아서 50 mSv 혹은 그 이상에 이르므로 암 위험을 신중하게 고려해야 한다¹¹⁾.

현재 소아암 환자의 양성자치료 시 보험 혜택을 받지 못하고 있는 현실이다. 보험 혜택이 적용되는 시점부터는 더 많은 소아암 환자가 양성자치료를 받을 수 있을 것이며, 이에 소아암 환자에 대한 불필요한 피폭에 더 관심을 가져야 할 것으로 사료된다. DIPS 촬영 장비를 다루는 시술자에 대한 지속적인 교육과 피폭선량을 관리할 수 있는 전문의나 방사선사를 통해서 효율적인 방어 전략을 수립하기 위한 체계적인 연구의 시도가 계속되어야 방사선피폭의 위험으로부터 좀 더 자유스러워질 수 있으리라 사료된다. 또한 양성자치료 시 DIPS 촬영의 피폭선량에 관한 연구가 미미하다는 점을 고려하면 본 연구가 양성자치료 시 피폭선량에 관한 기초 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

2007년 3월부터 2009년 10월까지 일산의 K 암전문병원에서 양성자치료를 받은 50명의 소아암 환자를 대상으로 DIPS 촬영 1회당 환자에 가해지는 피폭선량을 환산하여 양성자치료 시 DIPS 촬영의 피폭선량에 대하여 확인하였다. 소아암 환자의 DIPS 촬영 시와 같은 촬영조건인 관전압 55~75 kVp, 관전류 32~80 mAs에서 전리조를 이용하여 피폭선량을 확인하였으며, 전후 상에서 관전압 75 kVp, 관전류 80 mAs에서 1.57 mGy로 최대치를 나타냈으며, 측면 상에서 관전압 55 kVp, 관전류 32 mAs에서 0.09 mGy로 최소치를 나타내었다. 치료 부위별 1일 DIPS 촬영 시 피폭선량 최대 추정치는 뇌척수조사 환자

에서 1일 23.55 mGy로 추정되며, 이는 처방선량의 0.79%로 권고선량인 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다. 치료 부위별 총 치료기간 동안 DIPS 촬영 시 피폭선량 최대 추정치는 전뇌조사 환자에서 총 632.71 mGy로 추정되며, 이는 처방선량의 1.13%로 권고선량의 2%를 초과하지 않는 합당한 선량으로 나타났다.

본 연구에서 측정된 모든 선량에서 NCRP Rep. 102에서 권고하는 image guide 선량범위를 만족시켰다. 측정된 선량이 결정적 영향과 관련된 방사선장해를 일으키는 선량에는 못 미치는 저선량이지만 방사선감수성이 높고, 평균 잔여 수명이 긴 소아암 환자에게는 유전적 영향 등과 같은 확률적 영향과 관련지어 방사선장해를 초래할 수 있으며, DIPS 촬영이 반복될 수 있는 여러 변수들이 상존하기 때문에 DIPS 촬영의 피폭선량에 대한 주의는 매우 중요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김유현, 최종학, 김성수 외: 진단방사선검사에서의 환자피폭선량에 관한 연구, 방사선기술학회지, 28(3), 241-248, 2005
2. 이해룡 외: 의료용 방사선에 의한 국민피폭선량측정, 식품의약품안전청연보, 23, 815-830, 1987
3. Hug, Eugen. B: Proton radiation therapy for pediatric malignancies, Status Report, Strahlentherapie und Onkologie, 175, 89-91, 1999
4. Olsen, D.R, Bruland, O.S, Frykholm, G.: Proton therapy-A systematic review of clinical effectiveness, J. of the Euro. Soc. for Therapeutic Radiol. & Oncol., 83(2), 123-132, 2007
5. Shu, XO, Potter, JD, Linet, MS, et al.: Diagnostic X-rays and ultrasound exposure and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia by immunophenotype, Cancer epidemiology, biomarkers & prevention, A Publication of the American Association for Cancer Research, 11(2), 177-186, 2002
6. Linet, MS, Kim, KP, Rajaraman, P.: Children's exposure to diagnostic medical radiation and cancer risk: epidemiologic and dosimetric considerations, Pediatr. Radiology, 39(1), 24-26, 2009
7. NCRP: Medical X-ray, electron beam and gamma-ray protection for energies up to 50 MeV(Equipment design, performance and use), NCRP Report 102, 1989
8. 박상현, 이춘식, 김우란 외: X선 촬영 시 연령별 장기선량 차이 연구, 대한 원자력학회지, 28(1), 35-42, 2003
9. 김문찬, 임종석, 박형로 외: 컴퓨터 단층촬영 시 환자피폭선량에 관한 연구, 방사선기술학회지, 27(2), 21-27, 2004
10. 김성수, 이선숙, 허준: 복부 단순 X선 촬영조건과 환자피폭에 관한 조사 연구, 방사선기술학회지, 19(2), 59-65, 1996
11. AAPM: Standardization method for measuring diagnostic X-ray exposure, AAPM Report, 31, 1990

• Abstract

Exposure Dose of DIPS in Proton Therapy for Pediatric Cancer Patients

Jeong-Soo Kim · Jeong-Koo Kim¹⁾

Radiation Oncology, Kangbuk Samsung Hospital · ¹⁾Dept. of Radiological Science, Hanseo University

We investigated the radiation exposure caused by DIPS, which is used to identify accurate repositioning and tumor location in pediatric cancer patients proton therapy. To compare and analyze DIPS condition, 50 pediatric cancer patients who underwent proton therapy were selected in Ilsan K cancer-specialized hospital from March 2007 to October 2009. For DIP exposure, 0.09~1.57 mGy is measured in AP and lateral directions and 23.55 mGy is measured in CSI patients. In whole brain patient, the amount of a day DIP exposure dose was 1.13 mGy. During treatment period, who exposed the biggest DIP dose are whole brain patients, 632.71 mGy is exposed. It is 1.13% of prescribed dose, represented dose is adequate because it is not exceeded 2% of recommended dose. Even though the exposed dose is not exceeded more than 2% of prescribed in DIP exposure, we should recognize the radiation damage and genetic influences to pediatric cancer patients, who is much sensitive to radiation and has longer mean residual life time. Therefore, DIPS guideline for pediatric cancer patients should be indicated to minimize the radiation exposure.

Key Words: Proton Therapy, pediatric cancer patients, DIPS