소아 환자의 성별과 연령별 생식선 차폐체 제작을 통한 유용성 평가

최성현[1,2] · 박중은[1] · 동경래[3,*] · 정운관[2] · 주용진[2] · 양남희[2]

[1]강동경희대학교병원 영상의학과, [2]조선대학교 원자력공학과,
[3]광주보건대학교 방사선과

Usability Evaluation through Gonad Shielding Production of Pediatric Patients by Gender and Age Rating

Sung-Hyun CHOI[1,2], Jung-Eun PARK[1], Kyung-Rae Dong[3,*], Woon-Kwan Chung[2], Yong-Jin Ju[2] and Nam-Hee Yang[2]

[1]*Department of Radiology Kyung Hee University Hospital at Gangdong*
[2]*Department of Nuclear Engineering, Chosun University*
[3]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University*

Abstract - Purpose: The gonad shielding is used to minimize the impact of the exposure to gonads when Abdomen, Pevis and Hip X-ray inspections are conducted on radiation impressionable pediatric patients. By the way, the gonad is palpable difficult and impossible to check visually because it's a sensitive area, so tests are conducted with the approximate location of shielding, thereby appearing problems of not shielding gonads accurately. Accordingly, this study produced shields by age and gender of pediatric patients and studied the method of positioning shields with ASIS as a reference point without palpable sensitive areas, and tried to evaluate its usability. Materials and methods: The study surveyed 30 pediatric patients by gender and age, who came and got inspected in Department of Radiology, our hospital from February 2012 to January 2014 and obtained the value of tolerance by measuring the average size of the pelvis using the distance measurement function of Infinitt Piview with the images stored in the PACS and producing shields by age and gender of pediatric patients and specifying the areas at random for the comparative analysis of pre- and post-using. It calculated the technology statistics (mean±SD) with the value of tolerance measured the length using SPSS 12.0 statistical program. Results: As for boys, differences in the tolerance range of pre- and post-using shields were 2.69 mm in case of 1 year old, 2.58 mm in 2 years, 2.37 mm in 3 years, 2.815 mm in 4~5 years, 2.043 mm in 7~10 years, and as for girls, 1.92 mm in 1~2 years, 1.75 mm in 3~4 years, 2.52 mm in 5~6 years and 1.93 mm in 7~10. After analyzing the pre- and post-using shields for all of boys and girls, there were statistically significant differences ($P<0.050$). Conclusions: It is considered that we can minimize the exposure to gonads and get a better video for diagnosis in testing high biological impressionable pediatric, if we use shields correctly with ASIS as a reference point considering its shape and size by age and

* Corresponding author: Kyung-Rae Dong, Tel. +82-62-958-7668,
Fax. +82-62-958-7669, E-mail. krdong@hanmail.net

gender in Abdomen, Pevis and Hip X-ray inspections.

Key words : Pediatric patients, Gonad shielding, ASIS

서 론

비교적 엄격한 법령에 의하여 방사선 관계종사자의 방사선 방어나 일반 대중의 방사선 방어가 잘 관리되고 있는 것에 비하여 환자에 대한 의료방사선 피폭은 법률의 제재를 받지 않고 있다. 환자가 처한 의학적 상황에 따라 진료에서 환자가 얻는 이득이 크다는 특수성 때문에 국제적으로도 선량한도를 정하고 있지 않다. 그러나 환자가 받는 방사선량은 검사부위와 의료기관 및 국가마다 차이가 있으며, UN방사선영향과학위원회(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; UNSCEAR)2000 보고서에 따르면 유럽연합(European Community; EC)이나 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development; OECD) 국가의 경우 동일한 영상의학 검사를 받았다 하더라도 환자가 받는 선량은 의료기관에 따라 10～100배의 큰 차이를 나타내고 있다. 또한 인류가 받는 총 방사선 피폭 중 인공방사선에 의한 피폭은 15% 정도이나 의료에서의 방사선 피폭이 약 80～90%를 차지하고 있어 이를 줄이기 위한 저감화 대책이 세계보건기구(World Health Organization; WHO), 국제방사선방어위원회(International Committee for Radioactivity Prevention; ICRP) 등 국제적으로도 진행되고 있으며, 성인 및 소아에서 검사 부위별로 권고 선량을 제시하고 있다(UNSCEAR 2000). 우리나라 식약청에서도 일반 X선 검사 시 환자 부위별 권고 선량을 제시하고 있지만, 성인에 비해 소아에 관련된 권고 선량은 흉부만이 제시되어 있을 뿐 소아의 두부나 복부 및 골반 부위는 아직까지 제시되어 있지 않다.

소아는 성인에 비해 체격이 작고, 방사선 감수성이 높으며, 평균 잔여 수명이 길기 때문에 X선 검사를 시행하는 경우 정당화의 판단 및 피폭선량을 감소시킬 수 있는 관리가 매우 중요하다(김 등 2010). 또 장차 생식 가능연령에 도달하기 때문에 Abdomen, Pevis, Hip X선 검사 시 생식선이 위치한 부위에 직접 방사선이 조사되는 만큼 방사선 피폭의 유전적 영향과 이를 최소화하면서 진단적으로 유용한 영상의 질을 얻을 수 있어야 한다.

국제원자력기구(International Atomic Energy Agency; IAEA)의 소아 방사선 권고사항에 따르면 X선 검사 시 소아 환자의 자세를 제대로 고정하고 노출시간을 감소시키면 재촬영율이 낮아지고 가능한 한 관전압을 높이고 관전류를 낮추어 조사선량을 감소시켜야 한다. 소아 환자는 체구가 작아 산란선이 있어도 충분한 영상 정보를 얻을 수 있으므로 Antiscatter grid를 제거하여 조사선량을 낮추고 소아 환자용 자동노출제어(Automatic Exposure Control; AEC) 장치를 설계하여 이용하고 다양한 종류와 크기의 보호 장구를 사용하여 불필요한 방사선 피폭으로부터 보호해야 한다. 그러므로 방사선 감수성이 예민한 소아 환자 Abdomen, Pevis, Hip X선 검사 시 생식선 피폭의 영향을 최소화 하기 위해 생식선 차폐체를 사용해야 한다. 그러나 생식선은 민감한 부위이기 때문에 촉지가 어렵고 육안으로 확인이 불가능하여 대략적인 위치에 차폐체를 위치시키고 검사를 진행하고 있어 생식선 부위를 정확하게 차폐하지 못한다는 문제점이 있다(Fawcett *et al*. 2009).

이에 본 연구에서는 소아 환자 성별과 연령대별로 각각 차폐체 제작을 통하여 민감한 부위를 촉지하지 않고 전상장골극(Anterior Superior Iliac Spine; ASIS)을 기준점으로 생식선 부위에 정확히 차폐체를 위치하는 방법을 연구하고 그 유용성 평가를 해보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

소아 환자 생식선 차폐체를 제작하기 위해 2012년 02월부터 2014년 01월까지 본원 영상의학과를 내원하여 검사를 하였던 소아 환자 성별과 연령별 각각 30명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

본 연구에서 사용된 검사 장비는 X선 발생 장치인 디지털영상진단장치(Digital Radiography; DR)인 Philips Diagnost VR (IR-1100-150)와 Infinitt Piview (Version 5.0.9.52)를 사용하였다(Fig. 1).

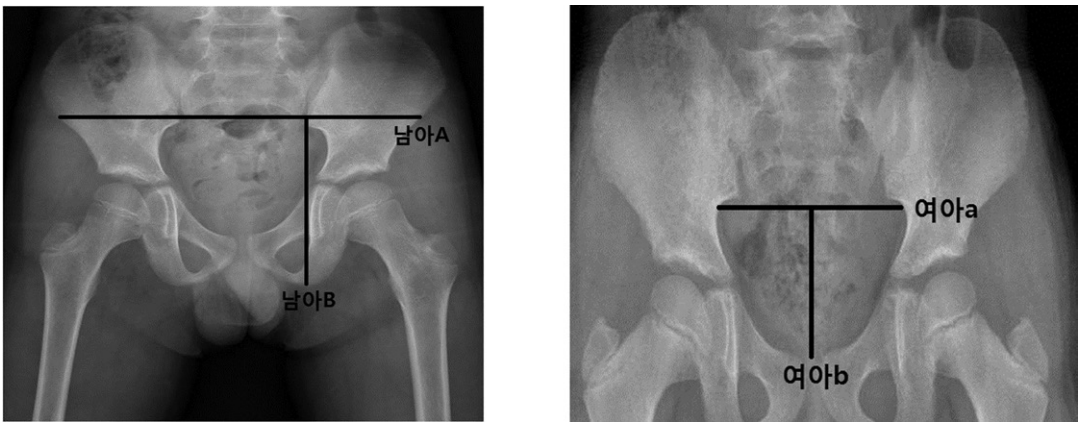
소아 환자 성별과 연령별로 의료영상저장전송시스템(Picture Archiving Communication System; PACS)에 저장된 영상 검색한 후 Infinitt Piview의 거리 측정기능을 이용하여 골반의 평균적인 크기를 측정하였다.

남아의 경우는 ASIS를 기준으로 골반의 가로(A)와 세로(B) 길이를 측정하였고 여아의 경우는 ASIS를 기준으로 골반강의 가로(a)와 세로(b) 길이를 측정하였다(Fig. 2).

측정된 값의 평균값을 구해 남아, 여아 환자 각각 연령별

(a) (b)

Fig. 1. (a) Philips Diagnost VR, (b) Infinitt Piview.



(a) (b)

Fig. 2. Male and Female pelvic measurement methods. (a) Male, (b) Female.

로 생식선 차폐체를 제작하였다.

남아의 차폐체는 ASIS를 기준으로 골반계측 평균값의 차이가 큰 1세, 2세, 3세, 6세는 각각 나누었고, 골반계측 평균값의 차이가 작은 4～5세, 7～10세는 그룹화하여 제작하였다(Table 1, Fig. 3).

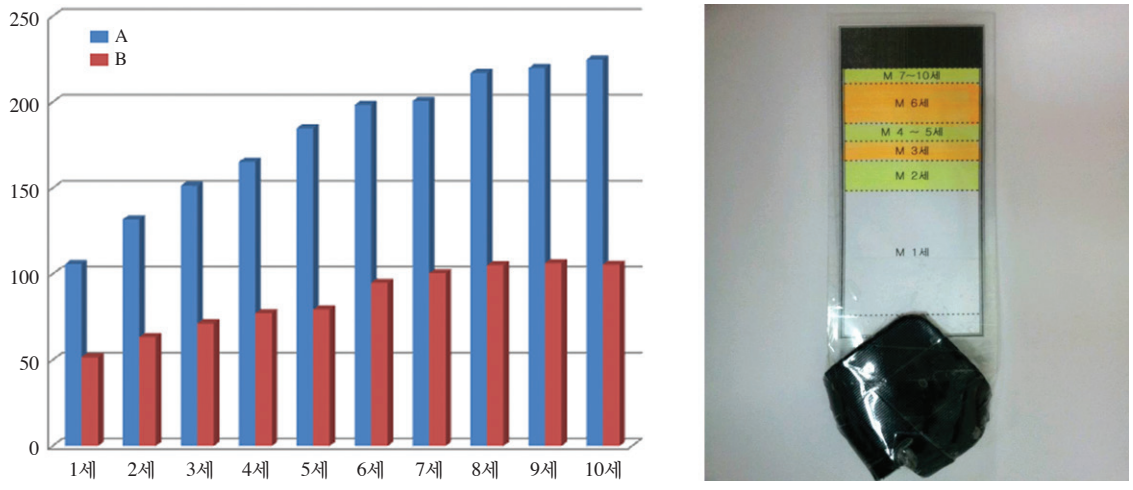
여아의 차폐체는 ASIS를 기준으로 골반강의 가로길이와 세로길이의 평균값을 구하였고, 이를 토대로 골반계측 값의 평균의 차이가 작은 1～2세, 3～4세, 5～6세, 7～10세로 그룹화하여 4개를 제작하였다(Table 2, Fig. 4).

제작된 차폐체의 유용성을 평가하기 위해 제작된 생식선 차폐체 사용 전과 사용 후를 비교하였다. 제작된 차폐체 사용 전은 2012년 02월～2013년 01월까지 검사한 소아 환자를 대상으로 PACS에 저장된 영상을 PACS의 거리측정기능을 이용하였고, 사용 후는 2013년 02월～2014년 01월까지 검사한 소아 환자를 대상으로 측정하였다.

Table 1. Pelvic measurement average value (Male) (Unit: mm)

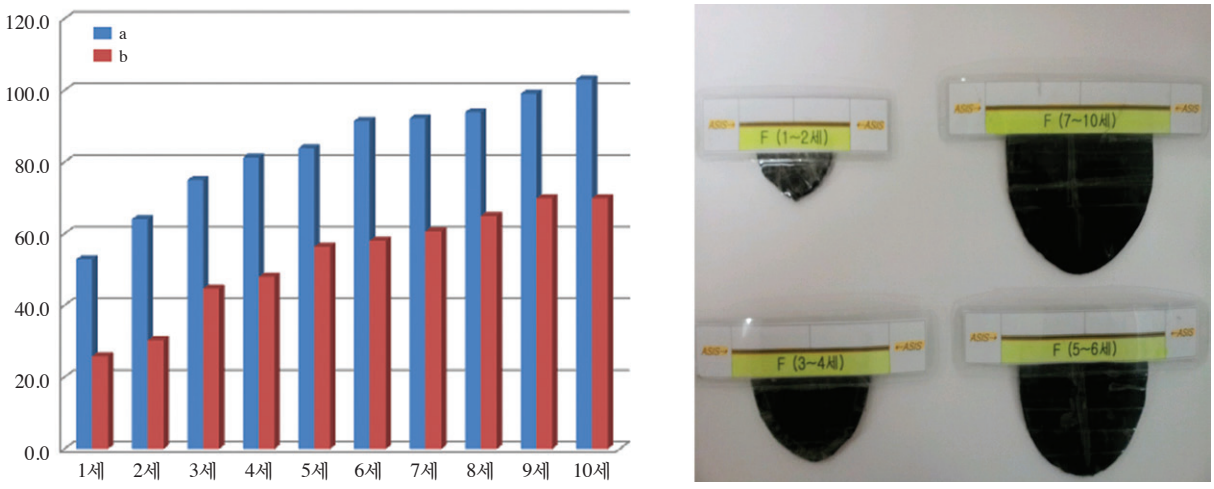
Age	A	B
1year	105.8	51.6
2year	131.9	63.4
3year	151.4	71.3
4year	165.3	77.2
5year	184.9	79.1
6year	198.5	94.9
7year	200.8	100.5
8year	219.0	105.1
9year	217.9	106.4
10year	224.9	105.5

남아의 경우 Fig. 5(a)와 같이 A, B, C 3개의 구역을 기준으로 길이를 측정하였고, 여아의 경우 Fig. 5(b)와 같이 a, b, c, d인 4개의 구역을 임으로 정하여 길이를 측정한 후 오차범위의 값을 구하였다(Fig. 5). 길이를 측정한 오차범위



(a) (b)

Fig. 3. (a) Pelvic measurement average value, (b) Gonad shields.



(a) (b)

Fig. 4. (a) Pelvic measurement average value, (b) Gonad shields.

Table 2. Pelvic measurement average value (Female) (Unit: mm)

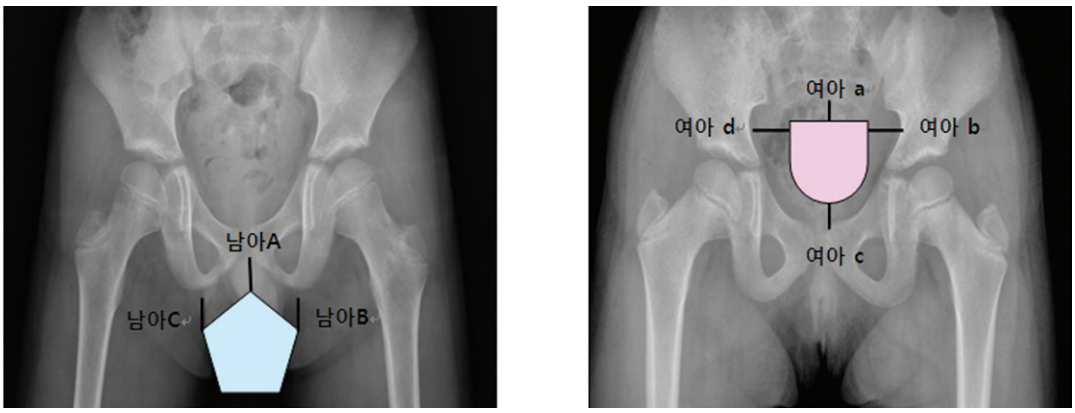
Age	a	b
1year	52.9	25.8
2year	64.1	30.3
3year	75.0	44.7
4year	81.3	48.0
5year	83.9	56.4
6year	91.5	58.1
7year	92.2	69.1
8year	91.0	64.6
9year	99.1	69.9
10year	103.1	69.9

의 값을 SPSS 12.0 통계프로그램을 이용하여 기술 통계치(mean±SD)를 산출하였다.

결 과

소아 환자 성별과 연령별 골반계측 평균값을 토대로 차폐체 제작 후 유용성 평가를 위해 생식선을 포함하고 다른 해부학적 구조물까지 차폐된 부분과 생식선을 정확하게 차폐하지 못한 부위의 평균표준편차 값을 구하였다.

소아 환자의 남아에서 제작된 차폐체를 사용하기 전일 때 1세의 A, B, C구역은 2.28±0.671, 3.07±1.282, 2.8±1.174로 나타났지만, 사용 후에는 0.41±0.381, 0.38±0.322, 0.47±0.294로 나타났다. 2세의 남아일 때는 A는 2.33±0.748, B는 3.09±1.317, C는 2.9±1.403으로 나타났고, 사용 후에는 0.48±0.301, 0.51±0.256, 0.61±0.296으로 나타



(a) (b)

Fig. 5. Error range of measurement methods. (a) Male, (b) Female.

Table 3. Produced shields used before and after error range of mean ± SD (Male) (Unit: mm)

Age (year)	Area	Mean ± SD		t	p
		Before	After		
1	A	2.28 ± 0.671	0.41 ± 0.381	7.659	< 0.001
	B	3.07 ± 1.282	0.38 ± 0.322	6.433	
	C	2.8 ± 1.174	0.47 ± 0.294	6.088	
2	A	2.33 ± 0.748	0.48 ± 0.301	7.252	< 0.001
	B	3.09 ± 1.317	0.51 ± 0.256	6.078	
	C	2.9 ± 1.403	0.61 ± 0.296	5.047	
3	A	2.13 ± 1.068	0.3 ± 0.309	5.206	< 0.001
	B	2.75 ± 1.522	0.38 ± 0.249	4.86	
	C	2.54 ± 1.525	0.54 ± 0.288	4.076	
4 ~ 5	A	2.93 ± 1.388	0.335 ± 0.339	8.12	< 0.001
	B	3.15 ± 1.659	0.38 ± 0.305	7.343	
	C	3.27 ± 1.719	0.455 ± 0.399	7.131	
6	A	2.93 ± 0.556	0.4 ± 0.397	11.71	< 0.001
	B	2.72 ± 1.273	0.36 ± 0.366	5.636	
	C	2.59 ± 1.422	0.51 ± 0.331	4.506	
7 ~ 10	A	2.39 ± 1.384	0.347 ± 0.360	9.030	< 0.001
	B	1.91 ± 1.687	0.385 ± 0.353	5.605	
	C	2.16 ± 1.561	0.465 ± 0.3460	6.695	

났다. 3세에서 사용 전 A, B, C구역은 2.13 ± 1.068, 2.75 ± 1.522, 2.54 ± 1.525로 나타났고, 사용 후에는 0.3 ± 0.309, 0.38 ± 0.249, 0.54 ± 0.288로 나타났다. 4 ~ 5세에서는 사용 전 A, B, C구역은 2.93 ± 1.388, 3.15 ± 1.659, 3.27 ± 1.719로 나타났으며, 사용 후에는 0.335 ± 0.339, 0.38 ± 0.305, 0.455 ± 0.399로 나타났다. 6세는 2.93 ± 0.556, 2.72 ± 1.273, 2.59 ± 1.422로 나타났고, 사용 후에는 0.4 ± 0.397, 0.36 ± 0.366, 0.51 ± 0.331로 나타났다. 마지막 그룹인 7 ~ 10세에서 사용 전 A, B, C구역은 2.39 ± 1.384, 1.91 ± 1.687, 2.16 ± 1.561로 나타났고, 사용 후에는 0.347 ± 0.360, 0.385 ± 0.353, 0.465 ± 0.346으로 나타났다. 이렇게 각 그룹마다 차폐체 사용 전과 후를 분석해 본 결과 통계학적으로 유의성이 있었다(Table 3) (P < 0.050).

즉, 제작된 차폐체 사용 전 · 후 오차범위의 차이 값이 1세의 경우는 2.69 mm이고, 2세는 2.58 mm, 3세는 2.37 mm, 4 ~ 5세에서는 2.815 mm, 6세는 2.53 mm, 7 ~ 10세에는 2.043 mm로 차이가 있었다.

여아에서는 제작된 차폐체를 사용하기 전일 때 1 ~ 2세의 경우 a, b, c, d 구역은 2.24 ± 0.900, 1.11 ± 1.044, 1.47 ± 0.726, 1.00 ± 0.733로 나타났고 제작된 차폐체 사용 후는 0.32 ± 0.314, 0.30 ± 0.250, 0.31 ± 0.321, 0.32 ± 0.296로 나타났다. 3 ~ 4세의 경우 a, b, c, d 구역은 1.98 ± 1.296, 1.30 ± 0.864, 1.34 ± 1.023, 1.07 ± 0.714로 나타났지만 제작된 차폐체 사용 후는 0.23 ± 0.236, 0.37 ± 0.262, 0.38 ± 0.35, 0.36 ± 0.325

Table 4. Produced shields used before and after error range of mean ± SD (Female) (Unit: mm)

Age (year)	Area	Mean ± SD		t	p
		Before	After		
1 ~ 2	a	2.24 ± 0.9	0.32 ± 0.314	9.004	< 0.001
	b	1.11 ± 1.044	0.30 ± 0.25	3.353	
	c	1.47 ± 0.726	0.31 ± 0.321	6.503	
	d	1.00 ± 0.733	0.32 ± 0.296	3.844	
3 ~ 4	a	1.98 ± 1.296	0.23 ± 0.236	5.957	< 0.001
	b	1.30 ± 0.864	0.37 ± 0.262	4.631	
	c	1.34 ± 1.023	0.38 ± 0.35	3.97	
	d	1.07 ± 0.714	0.36 ± 0.325	4.046	
5 ~ 6	a	2.82 ± 1.418	0.30 ± 0.257	7.831	< 0.001
	b	1.46 ± 0.857	0.35 ± 0.23	5.57	
	c	1.69 ± 0.9	0.44 ± 0.32	5.851	
	d	1.04 ± 0.621	0.35 ± 0.315	4.43	
7 ~ 10	a	2.18 ± 1.287	0.25 ± 0.185	9.47	< 0.001
	b	1.57 ± 1.043	0.33 ± 0.278	7.293	
	c	1.51 ± 0.919	0.412 ± 0.317	7.173	
	d	1.35 ± 0.9	0.437 ± 0.377	5.926	

로 나타났고, 5 ~ 6세의 경우는 a, b, c, d구역이 2.82 ± 1.418, 1.46 ± 0.857, 1.69 ± 0.9, 1.04 ± 0.621로 나타났고 제작된 차폐체 사용 후는 0.3 ± 0.257, 0.35 ± 0.23, 0.44 ± 0.32, 0.35 ± 0.315로 값이 나타났다. 마지막 그룹인 7 ~ 10세의 경우 사용 전 a, b, c, d 구역이 2.18 ± 1.287, 1.57 ± 1.043, 1.51 ± 0.919, 1.35 ± 0.9로 나타났지만 사용 후에는 a구역이 0.25 ± 0.185, b구역이 0.33 ± 0.278, c구역이 0.412 ± 0.317, d구역이 0.437 ± 0.377로 나타났다. 이렇게 각 그룹마다 차폐체 사용 전과 후를 분석해 본 결과 통계학적으로 유의성이 있었다 (Table 4), ($P < 0.050$).

즉, 제작된 차폐체 사용 전 · 후 오차범위의 차이 값이 1 ~ 2세의 경우는 1.92 mm이고, 3 ~ 4세에서는 1.75 mm이며, 5 ~ 6세는 2.52 mm, 7 ~ 10세는 1.93 mm로 차이가 있었다.

고 찰

진단영상의학검사는 손해보다는 이득이 많다는 정당성이 확보되어 환자가 받는 방사선의 선량한도를 정하고 있지 않으나 환자선량 평가와 아울러 선량감소를 위한 저감화 대책이 시급한 상황이다.

소아는 방사선에 대한 감수성이 성인에 비해 예민하고 피폭에 따른 영향을 오래 받아야 하므로 피폭선량의 관리가 성인보다 중요하다. 따라서 진단에 필요한 영상 정보를 얻기 위해 최소한 낮은 방사선을 이용해야 하며, 이를 위하여 가능한 방사선 노출을 피하고 불필요한 반복된 검사를 하지 않아야 하며, 가능하면 조사부위를 제한하고 소아 방사선 검사에서 두부나 복강내의 지방이 적고 장기도 작기 때문에 일반적으로 영상 대조도가 떨어지는 경향을 보이는데 이를 극복하고 화질을 지나치게 높이기 위해 촬영 시 선량이 증가하지 않도록 주의를 기울여야 한다(Radiation Health Newsletter 2008). 특히 갑상선 소아 생식선 및 골수는 방사선에 민감한 장기는 검사 시 차폐를 꼭 시행해야 한다(소아 방사선 촬영을 위한 기술정보 2010). 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency; IAEA)의 소아 방사선 권고사항을 보면 소아 방사선 검사 시 소아 환자의 자세를 제대로 고정하고 노출시간을 감소시키면 재촬영률을 낮추어 조사선량을 감소시킬 수 있고 가능한 한 관전압을 높이고 관전류를 낮추어 조사선량을 감소시켜야 한다. 소아 환자는 체구가 작아 산란선이 있어도 충분한 영상 정보를 얻을 수 있으므로 Antiscatter grid를 제거하여 조사선량을 낮추고 소아 환자용 AEC를 설계하여 이용하도록 해야 하며 다양한 종류와 크기의 보호 장구를 이용하여 불필요한 방사선 피폭으로부터 보호해야 한다고 권고하고 있다. 그래서 소아의 생식선 차폐체의 사용 유 · 무 및 선량 측정을 통한 선행연구들의 보고에 의해 소아 생식선의 피폭선량과 생식선 차폐의 중요성이 잘 알려져 있다(박 등 2011). 하지만 기존에 차폐체를 육안으로만 보고 차폐하는 문제점으로 인하여 본 연구에서는 성별과 연령별로 제작된 생식선 차폐체를 상전장골극(ASIS)을 기준점으로 차폐체를 위치하는 방법을 사용한 결과 기존의 사용되고 있는 생식선 차폐체의 크기와 차폐체의 위치 보다 더욱 정확하였고, 의미 없는 부위에 차폐를 해주는 것을 막을 수 있어 불필요한 피폭을 줄일 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 제작된 차폐체를 사용하여 Abdomen, Pevis, Hip X선 검사는 골반강 내의 해부학적 구조물

과 장내 가스등을 가릴 수 있으므로 차폐체 사용 시 타과와의 상의가 꼭 필요하며, 여아의 경우 난소의 위치가 골반강 내를 벗어나 골반의 양측면에 위치하여 제작된 차폐체로는 난소까지 정확하게 차폐하지 못했다(Dianna *et al*. 2009).

결 론

향후 개선사항들을 토대로 차폐체를 제작하여 소아 검사 시 성별과 연령별로 차폐체의 형태와 크기를 고려하여 민감한 부위를 촉지하지 않고 ASIS을 기준점으로 생식선 부위에 정확히 차폐체를 위치시키면 방사선 감수성이 높은 소아 검사 시 생식선의 피폭이 최소화될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

김정수. 2010. 소아암 환자의 양성자치료 시 DIPS 촬영의 피폭선량에 관한 연구. 한서대학교 석사학위논문.

박창현, 김성민, 주미화. 2011. 소아 골반 검사 시 생식선 차폐체 사용 유무에 따른 선량 고찰, 제 46차 전국방사선사 종합학술대회. 대한영상의학기술학회.

소아 방사선 권고사항. International Atomic Energy Agency (IAEA).

소아 방사선 촬영을 위한 기술정보 2010. 식품의약품 안전청. 22, 1-2.

Bardo DM, Black M, Schenk K, Zarizky MF. 2009. Location of the ovaries in girls from newborn to 18 years of age : reconsidering ovarian shielding. *Pediatr Radiol*. 39(3):253-259.

Fawcett SL and Barter SJ. 2009. The use of gonad shielding in paediatric hip and pelvis radiographs. BJR 82(977):363-370.

Radiation Health Newsletter. 2008. 식품의약품안전청 통권 52호, Vol. 14/No. 3/Sep

UNSCEAR 2000 Report Vol. I Source and Effcets of Ionization Radiation. AnnexD Medical Radiation Exposure.

Received: 30 May 2015
Revised: 12 June 2015
Revision accepted: 15 June 2015