

〈원저〉

입원환자 일반촬영 이용량 및 피폭선량: 2018년 입원환자데이터

길중원

질병관리청 의료안전예방국 의료방사선과

General Radiography Imaging Usage and Effective Dose of Inpatients:
Based on Data from Inpatients in 2018

Jong-Won Gil

*Division of Medical Radiation, Bureau of health-care Safety and Immunization,
Korea Disease Control and Prevention Agency*

Abstract In this study, we analyzed the use of general radiography imaging and effective dose in inpatients. Our aim is to help reduce national medical radiation exposure doses and develop rational health-care financial policies. The effective dose for each general radiography was calculated using the ALARA-GR program for 53 types (total: 260 codes) general radiography codes selected from 'National Health Insurance Care Benefit Cost'. The usage of general radiography was analyzed in the 2018 inpatient patient data of the Health Insurance Review and Assessment Service, and the effective dose for each general radiography was analyzed. 89.00% of inpatients undergo general radiography imaging at least once, with an average of 12.63 scans per person and an effective dose of 1.00 mSv. Those who received support from Medical Aid showed a higher value compared to those who were insured by National Health Insurance, with 17.39 cases and 1.43 mSv ($p < .001$). Chest had the highest usage rate at 23.12% for general radiography imaging, while L-spine had the highest effective dose at 24.53%. It is estimated that 420 inpatients patients undergo 121 to 820 general radiography imaging procedures per year, and 233 inpatients are estimated to have an annual effective dose of $>20.00 \sim 58.25$ mSv. Rational use of health-care finances and the practice of medical radiation safety management are essential for the well-being of individuals, the enhancement of quality of life, and the improvement of health-care quality.

Key Words : Dosimetry program, Effective dose, General radiography, Inpatient, Medical radiation

중심 단어 : 선량계산 프로그램, 유효선량, 일반촬영, 입원환자, 의료방사선

1. 서론

한국인의 의료방사선 이용량과 피폭선량은 매년 증가하고 있으며, 외국에 비해 높은 수준이다. 한국의 의료방사선 검사 건수는 2016년 약 3억 1,200만 건에서 2019년 3억 7,400만 건으로 연평균 약 6.2%씩 증가했으며, 연간 피폭선량은 2016년 101,000 man · Sv에서 2019년 125,000 man · Sv로 연평균 약 7.6%씩 증가하였다. 그리고, 2019년 국민 1인당 연간

평균 검사 건수는 7.2건, 피폭선량은 2.42 mSv로 외국에 비해 높은 수준이다[1].

외국의 경우, 미국은 국민 1인당 의료방사선 피폭선량이 1.88 mSv('16년)[2], 러시아 0.51 mSv('15년)[3], 스위스 1.4 mSv('13년)[4], 프랑스 1.6 mSv('12년)[5], 루마니아 0.37 mSv('12년)[6], 슬로베니아 0.60 mSv('11년)[7], 호주 1.59 mSv('10년)[8], 유럽연합 36개국('07~'10년)은 평균 0.97 mSv(0.25 mSv: 몰도바~1.96 mSv: 벨기에)[9] 이었다.

Corresponding author: Jong-Won Gil, Division of Medical Radiation, Bureau of health-care Safety and Immunization, Korea Disease Control and Prevention Agency, 200, Osongsaengmyeong 2-ro, Osong-eup, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea 28160 / Tel: +82-43-219-2875 / E-mail: yaeun@korea.kr

Received 22 February 2024; Revised 4 March 2024; Accepted 10 March 2024

Copyright ©2024 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

또한, 한국의 의료방사선 검사 종류별 건수는 일반촬영이 71.6%(2억 6,800만 건, 1인당 5.2건)로 가장 많았고, 치과촬영 9.9%, 중재시술 9.4%, 유방촬영 5.3%, 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography) 3.2% 순이었으며, 피폭선량은 컴퓨터단층촬영이 전체의 38.7%(48,600 man·Sv, 1인 당 0.94 mSv)로 가장 높았고, 일반촬영 28.6%, 중재시술 25.5%, 투시촬영 2.5% 순이었다[1]. 외국의 경우, 유럽공동체(European Community; EC) 국가들도 대부분 일반촬영이 가장 많았고, 1인당 피폭선량도 컴퓨터단층촬영이 가장 높았다[9]. 그리고, 미국 역시 전체 의료방사선 검사 건수 중 74%가 일반촬영(투시촬영 포함)으로 가장 많았고, 피폭선량도 컴퓨터단층촬영에 이어 2번째로 높다고 보고하였다[2]. 이처럼 외국도 한국과 비슷한 양상을 보이고 있다.

국내·외 모두 일반촬영 이용량이 가장 많은 이유는 인체를 진단하는 가장 기본적인 의료방사선 검사이기 때문이다. 하지만, 한국의 의료방사선 피폭선량 현황 및 보건의료비용 증가추세를 감안해 볼 때, 일반촬영 이용량 감소 방안 검토는 반드시 필요할 것이다.

의료비의 경우 보건복지부의 제5차 국민보건의료실태조사 결과 2020년 외래진료비는 약 31조 원으로 2016년부터 연평균 7.3% 증가했으며, 입원진료비는 약 38조 원으로 연평균 7.6% 증가하였다. 또한 입원환자의 평균 재원일 수는 2016년 14.9일이며, 2020년 16.1일로 지속적으로 증가하였다[10]. 외래진료비보다 입원진료비의 비중과 증가율이 높은 것을 알 수 있으며, 그에 따라 입원환자의 평균 재원일 수도 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 입원환자의 의료이용량 감소의 필요성을 고민할 수 있는 사안일 될 것이다.

본 연구에서는 일반촬영 이용량 및 입원환자의 의료이용량 감소의 필요성에 대한 당위성을 부각하고자 연간 입원환자의 일반촬영 이용자 규모, 이용량 및 피폭선량, 이용량과 피폭선량 수준에 따른 분포 등을 분석하고자 한다. 또한, 이를 통해 국민의 의료방사선 피폭선량 저감화와 합리적인 보건의료 재정정책에 노력하고자 한다.

II. 대상 및 방법

본 연구는 일반촬영 검사를 선정하여 검사별 피폭선량을 적용한 다음 입원환자의 일반촬영 이용량과 피폭선량 분석하였다.

1. 일반촬영 검사 선정

일반촬영 검사는 건강보험심사평가원 ‘2018 건강보험요양급여비용’의 방사선단순영상진단료 수가코드 및 분류[11]에서 비골(nasal bone: G1001~G1005)~족지골(toe: G8201~G8205)까지 총 53종(260개 수가코드)을 선정하였다.

2. 일반촬영 피폭선량 적용

일반촬영 검사의 피폭선량 적용은 질병관리청의 ‘ALARA-GR’ 프로그램을 이용하였다. ALARA-GR은 몬테카를로 시뮬레이션 기반의 일반촬영 검사의 피폭선량 계산 프로그램으로 일반촬영 검사의 촬영조건(관전압: kVp, 관전류: mAs, 조사시간: sec, 거리: cm)을 입력하면 피폭선량을 계산하여 제시한다[12]. ALARA-GR 프로그램에 입력하는 53종의 일반촬영 검사별 촬영조건은 식품의약품안전처의 ‘영상의학 검사(일반촬영)에서의 표준 촬영기법’에 수록된 검사별 촬영조건을 적용하였다[13].

건강보험요양급여비용 방사선단순영상진단료에 수록된 53종의 일반촬영 검사는 촬영방향(정면: AP, 측면: Lateral, 사방향: Oblique 등)에 대한 분류가 없어 ALARA-GR 프로그램에서 계산한 정면과 측면의 피폭선량 평균값을 적용하였다. 그리고, ALARA-GR 프로그램의 프로토콜(protocol)과 매칭이 안 되는 일부 일반촬영 검사는 동일 또는 근접한 신체부위 검사의 피폭선량을 적용하여 이를 보완하였다. 또한 ALARA-GR 프로그램에 구현되지 않은 전척추(Entire spine), 장골(Long bone) 및 스캐노그램(Scanogram)은 질병관리청[1] 보고서에 제시된 피폭선량(전척추 정면 & 측면 평균: 1.16 mSv, 장골 및 스캐노그램 0.251 mSv)을 적용하였다.

3. 일반촬영 검사별 이용량 및 피폭선량 분석

입원환자의 일반촬영 검사별 이용량 및 피폭선량 분석은 건강보험심사평가원의 2018년 입원환자데이터(HIRA-NIS)를 이용하였다. 입원환자데이터는 한국의 전체 입원환자의 13%에 해당하는 약 70만 명의 환자표본자료이다[14].

일반촬영 검사의 이용량은 방사선단순영상진단료 수가코드에 촬영건수(G1001: 1건~G1005: 5건)를 적용하였고, 피폭선량은 수가코드마다 피폭선량(G1001: 0.01 mSv~G1005: 0.05 mSv)을 적용하여 분석하였다.

4. 통계분석

연구대상자 특성, 일반촬영 검사 이용량 및 피폭선량 분석은 기술통계를 통하여 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 제시하

였으며, 연구대상자 특성에 따른 일반촬영 이용량 및 피폭선량 비교는 독립표본 t-검정(Independent sample t-test), 일원 배치분산분석(One-Way ANOVA, 사후분석: Scheffe's test)을 이용하여 분석하였다. 통계분석의 유의도는 $p < .05$ 를 기준으로 설정하였으며 모든 분석은 SAS Enterprise Guide software (ver 5.1; SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 특성

대상자 특성 결과 전체 대상자는 758,248명이며, 1회 이상 일반촬영 검사를 받은 대상자는 89.00%인 674,820명이었다. 성별에서 남자가 1회 이상 일반촬영 검사를 시행한 비율은 90.56%로 여자보다 많았고, 연령은 10세~14세가 94.02%로

가장 많았고, 5세~9세가 93.24%로 그다음이며, 30세~34세가 78.12%가 가장 적었다.

그리고, 1회 이상 일반촬영 검사를 받은 대상자의 성별 분포는 여성이 53.73%로 남성보다 많았고, 연령은 75세 이상이 14.23%로 가장 많았으며, 55~59세 9.95%, 60~64세 8.73%, 50~54세 8.00%, 0~4세 7.71% 등 순이었다. 그리고, 보험구분은 건강보험 가입자가 93.80%로 대부분을 차지하였다(Table 1).

2. 연구대상자 특성에 따른 일반촬영 이용량 및 피폭선량

연구대상자 특성에 따른 일반촬영 이용량 및 피폭선량 분석 결과 이용량은 총 8,524,501건, 1인당 평균 건수는 12.63건 (± 14.00)이며, 피폭선량은 총 674,241.76 person-mSv, 1인당 평균 피폭선량은 1.00 mSv (± 1.53)이었다. 성별에서 건수는 여성이 총 4,713,985건(55.30%), 1인당 평균 건수는 13.00건 (± 14.42)으로 남성보다 많았고($p < .001$), 피폭선량은

Table 1. Characteristics of study subjects

Characteristic	All subjects(n=758,248)	Subjects undergoing one or more procedures(n=674,820/89.00%)		
	Frequency(%)	Frequency (%: Subjects/ALL)		%
Gender				
male	344,778(45.47)	312,222	(90.56)	46.27
female	413,470(54.53)	362,598	(87.70)	53.73
Age				
0~4	58,794(7.75)	52,033	(88.50)	7.71
5~9	20,754(2.74)	19,350	(93.24)	2.87
10~14	14,228(1.88)	13,377	(94.02)	1.98
15~19	20,201(2.66)	18,506	(91.61)	2.74
20~24	26,592(3.51)	22,919	(86.19)	3.40
25~29	32,938(4.34)	26,512	(80.49)	3.93
30~34	42,101(5.55)	32,888	(78.12)	4.87
35~39	44,599(5.88)	37,705	(84.54)	5.59
40~44	41,088(5.42)	36,605	(89.09)	5.42
45~49	52,680(6.95)	47,673	(90.50)	7.06
50~54	58,880(7.77)	53,993	(91.70)	8.00
55~59	72,517(9.56)	67,166	(92.62)	9.95
60~64	63,423(8.36)	58,891	(92.85)	8.73
65~69	52,450(6.92)	48,641	(92.74)	7.21
70~74	46,300(6.11)	42,533	(91.86)	6.30
≥75	110,703(14.6)	96,028	(86.74)	14.23
Insurance				
Health	710,697(93.73)	632,977	(89.06)	93.80
Medical Aid Beneficiaries	47,551(6.27)	41,843	(88.00)	6.20

Table 2. Comparison of effective dose and usages of general radiography by characteristics of subjects

Characteristic	Frequency				Effective dose (mSv)			
	Total(%)		Mean(SD)		Total(%)		Mean(SD)	
All	8,524,501		12.63(14.00)		674,241.76		1.00(1.53)	
Gender								
male	3,810,516(44.70)		12.20(13.48)		259,431.09(38.48)		0.83(1.37)	
female	4,713,985(55.30)		13.00(14.42)		414,810.67(61.52)		1.14(1.64)	
t(p-value)	-		-23.42(<.001)		-		-87.12(<.001)	
Age								
0~4	312,252 (3.66)		6.00 (8.33)		18,042.75 (2.68)		0.35 (0.63)	
5~9	154,657 (1.81)		7.99 (9.73)		7,291.57 (1.08)		0.38 (0.79)	
10~14	161,140 (1.89)		12.05 (13.08)		7,750.72 (1.14)		0.58 (1.29)	
15~19	202,658 (2.38)		10.95 (11.78)		17,978.28 (2.67)		0.97 (1.56)	
20~24	219,171 (2.57)		9.56 (10.81)		13,834.55 (2.05)		0.60 (1.02)	
25~29	230,958 (2.71)		8.71 (10.53)		16,263.44 (2.41)		0.61 (1.00)	
30~34	265,297 (3.11)		8.07 (10.08)		20,545.59 (3.05)		0.62 (1.08)	
35~39	349,140 (4.10)		9.26 (10.80)		27,491.63 (4.08)		0.73 (1.21)	
40~44	391,015 (4.59)		10.68 (12.03)		30,442.75 (4.52)		0.83 (1.28)	
45~49	562,897 (6.60)		11.81 (12.60)		43,718.57 (6.48)		0.92 (1.35)	
50~54	734,219 (8.61)		13.60 (14.10)		55,977.40 (8.30)		1.04 (1.44)	
55~59	992,749 (11.65)		14.78 (15.06)		76,010.38 (11.27)		1.13 (1.60)	
60~64	924,855 (10.85)		15.70 (15.77)		73,507.87 (10.90)		1.25 (1.75)	
65~69	806,834 (9.46)		16.59 (16.40)		66,261.39 (9.83)		1.36 (1.86)	
70~74	732,532 (8.59)		17.22 (16.64)		62,920.87 (9.33)		1.48 (1.97)	
≥75	1,484,127 (17.41)		15.46 (15.22)		136,204.00 (20.20)		1.42 (1.79)	
F(p-value)	-		11,553.00(<.001)		-		12,391.60(<.001)	
Post hoc			d)c)b)a				d)c)b)a	
Insurance								
Health	7,796,850(91.46)		12.32(13.57)		614,385.31(91.12)		0.97(1.50)	
Medical Aid Beneficiaries	727,651(8.54)		17.39(18.68)		59,856.45(8.88)		1.43(1.91)	
t(p-value)	-		-54.60(<.001)		-		-48.81(<.001)	

여성이 총 414,810.67 mSv(61.52%), 1인당 평균 피폭선량은 1.14 mSv(±1.64)로 남성보다 높았다($p<.001$). 연령에서 건수는 75세 이상이 1,484,127건(17.41%)으로 가장 많았고, 55~59세, 60~64세, 65~69세, 50~54세, 70~74세 등 순이었으며, 40~64세까지 연령이 많은 건수를 차지하였다. 그리고, 1인당 평균 건수는 70~74세가 17.22건(±16.64)으로 가장 많았고, 65~69세, 60~64세, 75세 이상, 55~59세, 50~54세 등 순이었으며, 65세 이상이 16.15건(±15.88)으로 가장 많았다($p<.001$, post hoc: d>c>b>a). 또한, 피폭선량은 75세 이상이 136,204.00 person-mSv(20.20%)로 가장 높았고, 55~59세, 60~64세, 65~69세, 70~74세, 50~54세 등 순이었으며, 65세 이상이 1.42 mSv(±1.85)로 가장 높았다($p<.001$, post hoc: d>c>b>a). 보험구분에서 건수는 건강보험 가입자가 7,796,850건(91.46%), 1인당 평균 건수는 의료급여 및 보호자가 17.39건(±18.68)으로 많았다($p<.001$). 그리고, 피폭선량은 건강보험가입자가 614,385.31 person-mSv(91.12%), 1인당 평균 피폭선량은 의료급여 및 보호자 1.43 mSv(±1.91)

높았다($p<.001$)(Table 2).

3. 일반촬영 검사 종류별 이용량 및 피폭선량

1) 일반촬영 검사 종류별 이용량

일반촬영 검사 종류별 이용량은 흉부(Chest)가 1,970,951건(23.12%), 1인당 2.92건으로 가장 많았고, 요추(L-spine) 962,268건(11.29%), 1인당 1.43건, 무릎(Knee) 862,941건(10.12%), 1인당 1.28건, 복부(Abdomen) 649,254건(7.62%), 1인당 0.96건, 어깨(Shoulder) 431,249건(5.06%), 1인당 0.64건, 경추(C-spine) 426,118건(5.00%), 1인당 0.63건 등이었으며, 일반촬영 52개 검사 중 33개 검사의 건수 비율이 1% 미만이었다(Table 3).

2) 일반촬영 검사 종류별 피폭선량

일반촬영 종류별 피폭선량은 요추가 165,384.35 person-mSv(24.53%), 1인당 0.25 mSv로 가장 높았고, 흉부 121,546.25 person-mSv(18.03%) 1인당 0.18 mSv, 복부 84,479.30 person-mSv(12.53%) 1인당 0.13 mSv, 전척추 59,314.28

Table 3. Usage by type of general radiography

procedures	Frequency		procedures	Frequency		procedures	Frequency	
	Total(%)	per capita		Total(%)	per capita		Total(%)	per capita
Skull	122,742(1.44)	0.18	Humerus	26,280(0.31)	0.04	Sacral · Coccyx	20,035(0.24)	0.03
Sella	323(0.00)	0.00	Elbow	167,256(1.96)	0.25	Pelvis	178,051(2.09)	0.26
Orbit	2,288(0.03)	0.00	Forearm	36,798(0.43)	0.05	S-I Joint	3,204(0.04)	0.00
Optic Foramen	490(0.01)	0.00	Wrist	282,299(3.31)	0.42	Hip	141,079(1.65)	0.21
Nasal Bone	14,414(0.17)	0.02	Carpal Bone	9,160(0.11)	0.01	Femur	63,590(0.75)	0.09
PNS	111,433(1.31)	0.17	Hand	258,202(3.03)	0.38	Knee	862,941(10.12)	1.28
Mastoid, Ossicle	4,103(0.05)	0.01	Finger	109,288(1.28)	0.16	Patella	37,309(0.44)	0.06
T-M Joint	3,721(0.04)	0.01	Chest	1,970,951(23.12)	2.92	Lower Leg	82,141(0.96)	0.12
Maxilla	2,346(0.03)	0.00	Lordotic	264(0.00)	0.00	Ankle	373,849(4.39)	0.55
Zygomatic Arch	3,969(0.05)	0.01	Rib	140,214(1.64)	0.21	Tarsal Bone	7,282(0.09)	0.01
Mandible	6,114(0.07)	0.01	Sternum	6,253(0.07)	0.01	Calcaneus	20,429(0.24)	0.03
Neck	24,450(0.29)	0.04	S-C View	625(0.01)	0.00	Foot	319,981(3.75)	0.47
C-spine	426,118(5.00)	0.63	T-spine	64,159(0.75)	0.10	Toe	36,632(0.43)	0.05
CT-spine	5,409(0.06)	0.01	TL-spine	92,064(1.08)	0.14	Entire spine	51,133(0.60)	0.08
Clavicle	32,706(0.38)	0.05	Abdomen	649,254(7.62)	0.96	Long Bone	39,915(0.47)	0.06
Scapula	20,063(0.24)	0.03	KUB	73,788(0.87)	0.11	Scanogram	72,142(0.85)	0.11
Shoulder	431,249(5.06)	0.64	L-spine	962,268(11.29)	1.43	Infantogram	3,890(0.05)	0.01
A-C Joint	3,733(0.04)	0.01	LS-spine	146,104(1.71)	0.22	Total	8,524,501	

*T-M(Temporomandibular), C(Cervical), CT(Cervicothoracic), A-C(Acromioclavicular), S-C(Sternoclavicular), T(Thoracic), TL(Thoracolumbar), KUB(Kidney, Ureter, Bladder), L(Lumbar), LS(Lumbosacral), S-I(Sacroiliac)

Table 4. Effective dose by type of general radiography

procedures	Effective dose (mSv)		procedures	Effective dose (mSv)		procedures	Effective dose (mSv)	
	Total(%)	per capita		Total(%)	per capita		Total(%)	per capita
Skull	2,525.72(0.37)	0.00	Humerus	23.69(0.00)	0.00	Sacral · Coccyx	5,028.01(0.75)	0.01
Sella	6.91(0.00)	0.00	Elbow	137.89(0.02)	0.00	Pelvis	23,221.10(3.44)	0.03
Orbit	81.00(0.01)	0.00	Forearm	28.03(0.00)	0.00	S-I* Joint	446.11(0.07)	0.00
Optic Foramen	10.12(0.00)	0.00	Wrist	254.93(0.04)	0.00	Hip	23,635.11(3.53)	0.04
Nasal Bone	112.91(0.02)	0.00	Carpal Bone	8.04(0.00)	0.00	Femur	1,592.28(0.24)	0.00
PNS	2,487.51(0.37)	0.00	Hand	222.96(0.03)	0.00	Knee	832.45(0.12)	0.00
Mastoid, Ossicle	79.19(0.01)	0.00	Finger	89.33(0.01)	0.00	Patella	36.04(0.01)	0.00
T-M* Joint	80.61(0.01)	0.00	Chest	121,546.25(18.03)	0.18	Lower Leg	72.65(0.01)	0.00
Maxilla	50.97(0.01)	0.00	Lordotic	42.15(0.01)	0.00	Ankle	319.88(0.05)	0.00
Zygomatic Arch	79.31(0.01)	0.00	Rib	31,231.60(4.63)	0.05	Tarsal Bone	6.26(0.00)	0.00
Mandible	108.57(0.02)	0.00	Sternum	833.54(0.12)	0.00	Calcaneus	18.83(0.00)	0.00
Neck	1,697.28(0.25)	0.00	S-C* View	54.19(0.01)	0.00	Foot	279.15(0.04)	0.00
C* spine	40,163.32(5.96)	0.06	T* spine	9,310.03(1.38)	0.01	Toe	30.11(0.00)	0.00
CT* spine	963.60(0.14)	0.00	TL* spine	13,994.08(2.08)	0.02	Entire spine	59,314.28(8.80)	0.09
Clavicle	3,225.41(0.48)	0.00	Abdomen	84,479.30(12.53)	0.13	Long Bone	9,494.15(1.41)	0.01
Scapula	831.48(0.12)	0.00	KUB*	9,381.88(1.39)	0.01	Scanogram	18,107.64(2.69)	0.03
Shoulder	16,351.69(2.43)	0.02	L* spine	165,384.35(24.53)	0.25	Infantomogram	353.99(0.05)	0.00
A-C* Joint	403.33(0.06)	0.00	LS* spine	25,172.60(3.73)	0.04	Total : 674,241.76 person-mSv		

*T-M(Temporomandibular), C(Cervical), CT(Cervicothoracic), A-C(Acromioclavicular), S-C(Sternoclavicular), T(Thoracic), TL(Thoracolumbar), KUB(Kidney, Ureter, Bladder), L(Lumbar), LS(Lumbosacral), S-I(Sacroiliac)

Table 5. Annual General Radiography Imaging Usage and Effective dose Distribution (n=674,820)

Level	Frequency		Effective dose (mSv)	
	Range	n(%)	Range	n(%)
Low	1~4	215,687(31.96)	≤1.00	472,139(70.11)
Moderate	5~12	224,800(33.31)	>1.00~5.00	183,961(27.26)
High	13~60	225,492(33.42)	>5.00~10.00	15,403(2.28)
Very High	61~120	8,421(1.25)	>10.00~20.00	2,084(0.31)
Extreme	121~820	420(0.06)	>20.00~58.25	233(0.04)

person-mSv(8.80%), 1인당 0.09 mSv, 경추 40,163.32 person-mSv (5.96%), 1인당 0.06 mSv, 늑골(Rib) 31,231.60 person-mSv(4.63%), 1인당 0.05 mSv 등이었으며, 총 52개 일반촬영 검사 중 37개 검사의 방사선량 비율이 1% 미만이었다 (Table 4).

mSv 초과~5.00 mSv 이하는 27.26%, 5.00 mSv 초과~10.00 mSv 이하는 2.28%, 10.00 mSv 초과~20.00 mSv 이하는 0.31%(2,084명), 20.00 mSv 초과~58.25 mSv는 0.04%(233명)이었다(Table 5).

4. 일반촬영 연간 이용량 및 피폭선량 분포

연간 일반촬영을 1건~4건을 받는 대상자는 전체의 31.96%, 5건~12건은 33.31%, 13건~60건은 33.42%, 61건~120건은 1.25%(8,421명), 121건~820건은 0.06%(420명)이었다.

피폭선량은 1.00 mSv 이하는 전체 대상자의 70.11%, 1.00

IV. 고찰

본 연구에서는 진료비 상승의 한 부분인 입원환자를 대상으로 의료방사선 이용량 중 가장 비중이 높은 일반촬영에 대한 연간 이용량 및 피폭선량을 분석하였다.

연구 결과 입원환자 10명 중 9명은 일반촬영을 시행하는 것으로 나타났으며, 남성이 여성보다 실시 비율이 높았고, 5세~19세와 45세~74세는 90%를 초과하였다. 일반촬영은 인체를 진단하는 기본적인 의료방사선 검사이며, 특히, 흉부 촬영은 입원 시 환자의 기본적인 상태를 파악하기 위해 혈액검사, 소변검사 등과 같이 실시하는 기본 검사[15]이기 때문에 입원환자 대부분이 실시한다고 할 수 있다.

실제 흉부 촬영은 일반촬영에서 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 본 연구에서는 전체 일반촬영 중 23.12%로 가장 비율이 높았으며, 그다음으로 비율이 높은 요추보다도 11%가 높았다. 또한 한국 노인의 일반촬영 이용량 및 피폭선량을 분석한 길종원 등[15]의 연구에서도 흉부 촬영이 차지하는 비율이 20.85%로 가장 높았으며, 미국[2] 역시 47%로 가장 높았다. 그리고 유럽의 경우 유럽연합 가입국의 대부분이 20% 이상이며, 포르투갈, 리투아니아, 스페인은 50% 이상을 차지하였다[9]. 흉부 촬영은 특성상 국내·외 모두 이용량 비율이 높지만, 의학적 필요성이 낮음에도 정당성을 고려하지 않고 시행하고 있지는 않은지 검토할 필요할 것이다.

연구대상자 특성에 따른 일반촬영 이용량 및 피폭선량 분석 결과 입원환자는 1개월에 최소 1건 이상 실시하는 수준인 12.63건, 피폭선량은 일반인에 대한 허용선량 수준[16]인 1.00 mSv이다. 길종원 등[15]의 연구(10.21건, 0.87 mSv) 연구 및 질병관리청[1]의 '국민의료방사선 평가'(5.2건, 0.69 mSv)와 비교해 볼 때 입원환자의 일반촬영 이용량 및 피폭선량은 높은 수준이다. 선행연구 대부분은 전체 의료이용자에 대한 평가이기 때문에 본 연구와 직접 비교는 안 되지만, 입원환자는 외래 환자보다 일반촬영 등 영상검사를 더 많이 할 것으로 추측되며, 특히, 노인 환자의 경우 더욱 그러할 것이다.

실제, 질병관리청[1] 연구에서도 일반촬영의 경우 60세 이상은 전 국민 1인당 평균 일반촬영 건수보다 많았고, 60세 미만 연령보다도 많았다. 또한 본 연구에서도 65세 이상 1인당 일반촬영 건수는 16.15건, 피폭선량은 1.42 mSv로 타 연령에 비해 모두 높았다. 그리고, 성별과 보험 구분에 따른 1인당 일반촬영 건수 및 피폭선량도 길종원 등[15]의 연구 및 질병관리청[1] 연구와 마찬가지로 여성이 남성보다 많았고, 의료급여자 건강보험가입자보다 많았다. 성별의 경우는 유럽 4개국(Croatia, Denmark, France, Slovakia)도 비슷한 경향이었던[9].

일반촬영 검사 종류별 이용량 및 피폭선량 결과 이용량은 흉부가 가장 많았고, 요추, 무릎, 복부까지 총 4가지 검사가 전체 이용량의 50% 이상을 차지하였다. 길종원 등[15]의 연구에서도 본 연구의 4가지 일반촬영 검사가 전체 이용량의 50% 이상을 차지하였고, 질병관리청[1]의 연구에서는 하지(Lower Extremity: Femur, Knee, Patella, Lower Leg, Ankle, Tarsal Bone,

Calcaneus, Foot, Toe의 합 25.9%), 흉부(23.3%), 상지(Upper Extremity: Humerus, Elbow, Forearm, Wrist, Carpal Bone, Hand, Finger의 합 12.9%), 요추(9.8%) 검사가 70% 이상을 차지하였다. 본 연구에서도 상지 10.43%, 하지 21.17%로 비슷한 양상이었다. 다만, 입원환자와 노인환자의 경우 흉부 검사의 비율이 높았고, 외래환자의 비율이 높은 경우 상대적으로 하지 및 상지 검사의 비율이 높은 것을 알 수 있다.

유럽의 경우 대부분의 국가에서 흉부 검사의 비율이 50% 이상이었으며[9], 미국의 경우는 흉부가 47.49%, 상지·하지(Knee, Hands & Feet) 24.72% 순으로 한국에 비해 흉부 검사의 비율이 약 2배 정도 많았고, 상지·하지 검사는 절반 정도 수준이었다[2]. 본 연구와도 비율 차이는 있지만 비슷한 양상이었다. 하지만, 한국인의 상지·하지 일반촬영 검사 비중이 높은 것이 해당 부위의 질병이나 상해의 비중이 높아서인지, 아니면 묶음 촬영(Series procedures)에 대하여 정례적(Routine)으로 실시하고 있는 상황인지 면밀한 검토가 필요할 것이다.

또한, 검사 종류별 피폭선량은 요추가 가장 많았고, 흉부, 복부, 전척추, 경추까지 총 5가지 검사자 전체 피폭선량의 약 70%를 차지하였다. 대부분의 검사가 이용량이 많았고, 이에 따라 집단선량(man·Sv or person-mSv) 비율과 1인당 유효선량도 많았다. 하지만, 전척추 검사는 이용량이 0.6%에 불과하지만, 피폭선량은 8.18%로 비교적 높은 비율을 차지하였다. 전척추 검사의 경우 Hamzian N 등[17]의 연구에서는 전신정측면동시촬영술(Whole body biplanar radiography) EOS 장치로 검사하는 경우 평균 피폭선량이 0.13 mSv로 비교적 낮은 수준이라고 하였으며, Hui s c 등[8] 연구에서는 일반적인 디지털일반촬영(Digital Radiography)장치로 검사하는 것보다 전신정측면동시촬영술 EOS 장치로 검사하는 경우 피폭선량이 26배 낮다고 하였다. 또한, 본 연구에서 적용한 전척추의 피폭선량과도 약 9배 차이가 있었다. 이처럼 피폭선량이 높은 검사에 대해서는 의료기관 여건을 감안하여 피폭선량을 낮출 수 있는 기술 및 장치의 도입을 검토할 필요가 있을 것이다.

그리고, 길종원 등[15]의 연구와 질병관리청[1] 연구에서도 본 연구의 결과와 비슷하며, 전척추검사 또한 4번째로 높은 수준이었다. 미국의 경우 검사별 분류가 본 연구와 같이 세분되어 있지 않지만, 피폭선량 비율은 요추가 가장 많았고, 흉부, 복부 순이었으며[2], 유럽연합 국가도 대부분 한국과 미국의 검사별 피폭선량 비율은 비슷한 경향이었던[9].

일반촬영 연간 누적 이용량 및 피폭선량 분포 결과 입원환자 중 연간 60건을 초과하는 비율은 2% 미만이지만 본 연구의 분석자료가 한국 전체 입원환자의 13%에 해당하는 표본자료이므로 전체 입원환자를 감안하여 가중한다면 68,006명으로 추정된다. 또한 연간 120건을 초과하는 비율은 0.06%이지만 이 또

한 3,230명으로 추정된다. 입원환자 중에는 연간 최대 820건을 검사하는 환자도 있었으며, 이는 매월 평균 70건씩을 수행해야 가능한 건수이다. 또한, 피폭선량은 연간 10 mSv를 초과하는 비율은 0.32%이지만 전체 입원환자 중 15,330명으로 추정되며, 연간 20 mSv를 초과하는 비율은 0.03%이지만 전체 입원환자 중 2,084명으로 추정된다. 연간 최대 피폭선량이 58.25 mSv인 환자도 있었으며, 이는 매월 약 5 mSv씩 피폭을 받아야 가능한 양이다.

일반촬영을 포함하여 모든 영상검사는 의학적 필요성 즉, 환자의 상태에 따라 검사종류와 사용량의 차이는 있을 것이다. Lukawska A 등[19] 연구에서는 크론병 환자의 경우 방사선 검사로 인한 평균 피폭선량은 19.20 mSv, 궤양성대장염 환자의 경우 6.66 mSv이며, 환자 중 1.84%는 50 mSv를 초과하는 것으로 분석하였으며, 유방암 환자들에 대한 누적 피폭선량을 평가한 Choi 등[20] 연구에서는 핵의학검사를 포함한 진단영상검사로 인한 피폭선량은 평균 71.5 mSv, 이중 일반촬영은 5% 정도를 차지한다고 하였다. 그리고, 복합흉막강감염관리 (complex pleural space infections) 환자들의 누적 피폭선량을 평가한 Gilbert 등[21]의 연구에서는 환자 1인당 평균 피폭선량은 16.9 mSv이며, 환자의 74%가 10 mSv 이상, 7.4%는 40 mSv 이상이라고 평가하였다. 그리고, 간암 환자들의 방사선 촬영검사 및 누적 방사선 피폭선량을 2년간 추적 관찰한 김정현 등[22]의 연구에서는 간암 환자의 개인별 누적 피폭선량은 144.2(15.4-513.5) mSv, 그중 최초 간암 진단과 추적관찰을 위해 시행한 컴퓨터단층촬영 검사의 1인당 피폭선량은 91.4(8.4-244.7) mSv, 한 번 또는 반복되는 간동맥화학색전술(Transarterial Chemoembolization)로 인한 피폭선량은 49.2(5.3-47.6) mSv, 진단과 치료기간 내 시행하는 일반촬영 검사의 피폭선량은 3.6(0.02-22.04) mSv라고 평가하였다.

본 연구에서 일반촬영 연간 이용량 및 피폭선량이 높은 입원환자의 경우 선행연구와 같이 질병의 중증도가 비교적 높은 환자가 대부분일 것이다. 물론, 질병의 진단과 치료를 위해 반드시 필요한 검사이고 시술이지만 의료인들은 환자를 위해서 동일한 검사와 시술이라도 피폭선량을 좀 더 낮추는 방법이 있는지 항상 고민해야 할 것이다.

V. 결론

모든 의료행위는 의학적 필요성을 반드시 고려하여 수행되어야 한다. 특히, 방사선 피폭을 수반하는 영상검사는 더욱 그러하다. 본 연구에서는 입원환자의 의료비 상승과 국민 의료방사선 이용량 및 피폭선량 증가에 대한 심각성을 인지하여 수행

되었으며, 이를 통해 국민 의료방사선 피폭선량 저감화와 합리적인 보건 의료 재정정책에 조력하고자 한다.

연구 결과 입원환자 대부분이 일반촬영을 시행하며, 65세 이상 노인의 경우 타 연령에 비해 입원환자 비율 등 의료기관 이용률이 높으므로 일반촬영 이용량 및 피폭선량도 동반하여 높을 수밖에 없다. 따라서 이용량이 많거나 피폭선량이 높은 흉부, 요추, 무릎, 복부, 전척추, 경추 등 검사에 대하여 의학적 필요성 등 정당화 원칙에 따라 수행하였는지와 피폭선량을 감소할 수 있는 기술적인 최적화 부분도 함께 고려되었는지 의료인 등 스스로가 확인하도록 해당 의료기관의 진단용방사선안전관리책임자가 관리해야 하며, 관련기관에서도 지속적으로 권고해야 할 것이다. 또한, 국내·외 모두 흉부촬영 비율이 가장 높지만, 한국은 외국에 비해 절반 정도 비율이기 때문에 상대적으로 흉부 이외 검사 비율이 높다. 이러한 특성이 한국인의 상병별 발생률에 기인한 차이인지 아니면 요추, 무릎, 경추 등 정례적인 묶음 촬영에 의한 것인지 확인이 필요하겠지만, 정례적으로 실시하는 경우 건전한 보건 의료 재정과 의료방사선 안전관리를 위해 반드시 근절될 수 있도록 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

합리적인 보건 의료 재정의 사용과 의료방사선 안전관리의 실천은 국민의 행복과 삶의 질 및 의료 질 향상을 위해 반드시 필요하며, 이를 위해서는 의료기관을 이용하는 국민(환자), 보건의료인, 관련기관 및 정부 모두가 노력해야 가능할 것이다.

REFERENCES

- [1] KDCA, Assessment of radiation exposure of Korean population by medical radiation, Cheongju, Korea: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2020. Retrieved from <https://www.prism.go.kr/home-page/entire/researchDetail.do?researchId=1351000-202000085&menuNo=I0000002>
- [2] NCRP, Medical radiation exposure of patients in the United States report No 184, Bethesda, USA: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2019. Retrieved from <https://ncrponline.org/shop/reports/report-no-184/>
- [3] Balonov M, Golikov V, Zvonova I, Chipiga L, Kalnitsky S, Sarycheva S, et al. Patient doses from medical examinations in Russia: 2009-2015. Journal of Radiological Protection, 2017;38(1):121. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6498/aa9b99>

- [4] Le Coultre R, Bize J, Champendal M, Wittwer D, Ryckx N, Aroua A, et al. Exposure of the Swiss population by radiodiagnostics: 2013 review. *Radiation Protection Dosimetry*. 2016;169(1-4):221-4. DOI: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv462>
- [5] Dreuil S, Etard C. Exposure of the French population to ionizing radiations from medical diagnostic procedures in 2012. *Radioprotection*. 2017;52(1):45-9. DOI: <https://doi.org/10.1051/radiopro/2017002>
- [6] Girjoaba O, Cucu A. Romanian medical exposure to ionising radiation in 2012. *Radiation Protection Dosimetry*. 2015;165(1-4):137-40. DOI: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv105>
- [7] Zontar D, Zdesar U, Kuhelj D, Pekarovic D, Skrk D. Estimated collective effective dose to the population from radiological examinations in Slovenia. *Radiology and Oncology*. 2015;49(1):99. DOI: <https://doi.org/10.2478/raon-2014-0028>
- [8] Hayton A, Wallace A, Marks P, Edmonds K, Tingey D, Johnston P. Australian per caput dose from diagnostic imaging and nuclear medicine. *Radiation Protection Dosimetry*. 2013;156(4):445-50. DOI: <https://doi.org/10.1093/rpd/nct101>
- [9] European Commission. Medical radiation exposure of the European population. *Radiat. Protect.* 181. European Commission; 2014. Retrieved from <https://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2015/05/Radiation-Protection-180.pdf>
- [10] Ministry of Health and Welfare. press release. Survey on national health care resources. Sejong, Korea: Ministry of Health and Welfare; 2022. Retrieved from https://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&CONT_SEQ=372184
- [11] HIRA. Cost of health care insurance 2018. Wonju, Health Insurance Review Assessment Service; 2018. Retrieved from <https://repository.hira.or.kr/handle/2019.oak/2122>
- [12] KDCA. Development of general radiography dosimetry program for patients of various age including child. Cheongju, Korea: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2019. Retrieved from <https://www.prism.go.kr/homepage/entire/researchDetail.do?researchId=1351000-201800109&menuNo=I0000002>
- [13] MFDS. Standard protocol of general radiography in Korea. Cheongju, Korea Food and Drug Administration; 2014. Retrieved from https://policy.nf.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH1_UMO20150136676
- [14] HIRA. Accredited organizations. Wonju, Korea: Health Insurance Review Assessment Service; 2019. Retrieved from <https://www.opendata.hira.or.kr/op/opd/selectHelhMedDataView.do>
- [15] Gil JW, Yoo SJ, Lee WJ. General radiography usage and exposure dose of Korean elderly: Based on data from aged patients in 2016. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2021;44(5):495-502. DOI: <http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2021.44.5.495>
- [16] ICRP. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection ICRP Publication 103. Ottawa, Canada: International Commission on Radiological Protection; 2007. Retrieved from <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>
- [17] Hamzian N, Roozmand Z, Abrisham SMJ, Abdollahi-Dehkordi S, Afereydoon S, Ghorbani M, et al. Monte Carlo evaluation of effective dose and risk of exposure induced cancer death (REID) for common examinations in stereo radiography (EOS) imaging: Considering age and gender. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*. 2022;53(2):283-90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.03.005>
- [18] Hui SC, Pialasse JP, Wong JY, Lam TP, Ng BK, Cheng JC, et al. Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose X-ray (EOS) on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 2016 SOSORT-IRSSD "John Sevastic Award" winner in imaging research. *Scoliosis and Spinal Disorders*. 2016;11:1-8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13013-016-0106-7>
- [19] Łukawska A, Ślósarz D, Zimoch A, Serafin K, Poniewierka E, Kempinski R. Cumulative effective dose from medical imaging in inflammatory bowel disease. *Diagnostics*. 2021;11(12):2387. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122387>
- [20] Choi JS, Rim CH, Kim YB, Yang DS. Cumulative radiation exposure dose of diagnostic imaging stud-

- ies in breast cancer patients. International Journal of Radiation Research. 2019;17(2):275-81. DOI: 10.18869/acadpub.ijrr.17.2.275
- [21] Gilbert CR, Jackson AS, Wilshire CL, Horslen LC, Chang SC, Bograd AJ, et al. Cumulative radiation dose incurred during the management of complex pleural space infection. BMC Pulmonary Medicine. 2021;21(1):1-8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01486-7>
- [22] Kim JH, Park C, Song JH, Kim YT, Yim NY, Chang NK, et al. Cumulative radiation exposures during diagnosis and treatments with diagnostic radiology tools: In patient with hepatocellular carcinoma. Journal of the Korean Society of Radiology. 2013; 69(3):243-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.3348/jksr.2013.69.3.243>

구분	성명	소속	직위
단독	김종원	질병관리청	보건연구사