Original Article

핵의학 영상 검사의 중장기 추세 분석
– 서울 소재 일개 상급 종합병원을 중심으로 –

서울아산병원 핵의학과
정우영 · 심동오 · 최재민

Long-Term Trend Analysis in Nuclear Medicine Examinations

Woo-Young Jung, Dong-Oh Shim and Jae-Min Choi
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose Nuclear medicine was initially introduced in Korea in 1969 and widely applied to treat hyperthyroidism with ^{131}I. Also, gamma camera was adopted in 1969 in the first place and its application has been growing continually in many ways. We analyzed long-term trend in nuclear medicine examinations for the last 2 decades. The purpose of this paper is to make predictions and to set both plans and directions on the development of nuclear medicine.

Materials and Methods We analyzed the performance of nuclear medicine examinations and therapies performed in Asan Medical Center from 1998 to 2017.

Results Results from the last 20 years regarding Bone scan, Renal scan, MUGA scan and ^{18}F-FPCIT, Bone Mineral Density were on a increase. And Myocardium perfusion SPECT, Thyroid scan, Lung scan were on a decrease while ^{18}F-FDG PET maintained on a steady course. Until 2010 there was a positive performance with the therapy but after the excessive medical care in thyroid examination performance is at status quo. Key events such as a medical strike(2000), Middle-East Respiratory Syndrome (2015) influenced the overall performance of the therapy.

Conclusion In order to promote a long-term growth in nuclear medicine examination and therapy, it is inevitable to respond to the changes in current medical environment. Furthermore, it is strongly suggested to put efforts to maintain and develop new examinations and clinical indicators.

Key Words Number of nuclear medicine examination case, Progress of nuclear medicine

서 론

핵의학은 1959년에 대구 동산병원과 서울대병원에서 갑상선 기능 항진증 환자에게 ^{131}I를 경구 투여하여 치료를 한 것으로 시작되었다. 미국 원자력위원회는 1961년에 국내 4개의 국립의과대학에 섬광스캐너, 섬광계수기, 검출기, 그리고 분광계 등을 기증하였다. 또한 핵의학 체내 영상 검사를 위한 광스캐너가 1964년에 도입되었고, 감마카메라는 1969년에 도입되어 핵의학 영상 검사를 시작한[1] 후 매년 지속적인 성장을 하고 있다. 핵의학 영상 검사 중 단일광자방출단층촬영(single photon emission computed tomography, SPECT)은 1983년에 시작되었고, 1994년에 양전자방출단층촬영(positron emission tomography, PET)이 시작되었다. 핵의학 영상 검사의 실적에 영향을 주는 변수로는 해당 의료기관의 입원 및 외래 환자 수와 그에 따른 검사 처방 건수, 시계열 및 역사적인 변화, 질병 및 의료 환경의 변화, 요양급여 기준의 변화 및 삭감, 타 검사와의 경쟁, 검사의 처리시간 및 속도, 방사선에 대한 대국민 인식 등의 다양한 요인들이 있을 것이다. 특히, 2000년에 의약분업의 도입 과정에서 발생한 의사 파업, 2011년과 2014년에 발생한 갑상선 과잉진료 논란으로 인한 갑상선 암 수술 건수 감소, 2014년 12월 말에 무증상 추적(follow up, F/U) 검사를 제한한

• Received: February 28, 2019 Accepted: March 2, 2019
• Corresponding author: **Woo-Young Jung**
• Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1 Pungnap-2 dong, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-4586, Fax: +82-2-3010-4588
E-mail: wyjung@amc.seoul.kr

PET 급여 개정, 2015년에 발생한 중동호흡기증후군(MERS) 확산, 수시로 발생되는 요양 급여의 삭감 등에 의해 국내 핵의학 영상 검사 건수는 영향을 받았을 것으로 예측할 수 있다[2]. 이와 같은 급변화한 의료 환경에서 서울 소재 일개 상급종합병원을 대상으로 핵의학 영상 검사의 중장기 추세를 분석하였고[3,4], 주요 검사 및 치료에 대해서는 실적을 상세하게 분석하였다. 과거 실적을 바탕으로 현재의 위치를 분석함으로서 이를 바탕으로 미래 핵의학 발전에 대한 예측을 하고, 핵의학의 발전 방향 및 발전 계획의 준거 틀을 마련하는데 그 목적이 있었다.

실험재료 및 방법

1. 연구대상

서울 소재 일개 상급종합병원을 대상으로 1998년부터 2017년까지 20년 동안의 핵의학 감마 영상 검사, PET 영상 검사, 골밀도 영상 검사, 핵의학 치료 실적을 대상으로 하였다.

2. 연구도구

해당 상급종합병원의 통계 프로그램(AMOS, Asan Medical Center Open Report System)을 이용하여 감마 영상 검사, PET 영상 검사, 골밀도 영상 검사, 핵의학 치료 실적의 추세 및 상세 분석을 하였다.

결 과

1. 핵의학 영상 검사의 건수 추이

감마 및 PET의 영상 검사와 핵의학 치료 건수 등의 전체 핵의학 영상 건수는 중장기 상승 추세를 유지하고 있으나 2012년 이후로는 정체되었다. 2000년의 의약분업 도입 과정에서 발생한 의사 파업, 2011년과 2014년의 갑상선 과잉진료 논란, 2014년 말경 무증상 추적검사를 제한한 PET 급여 개정, 2015년 중동호흡기증후군 사태 시에 건수가 감소하였다(Table 1)(Fig. 1).

2. 감마 영상 검사의 건수 추이

핵의학 감마 영상 검사는 중장기 상승 추세를 유지하고 있었으나 2012년 이후로는 정체되어 있었다. 2000년의 의약분업 도입 과정에서 발생한 의사 파업, 2011년과 2014년의 갑상선 과잉진료 논란 시기에 건수가 감소하였고, 그러나 2015년 중동호흡기증후군 확산 시에는 큰 영향이 없었다(Table 2)(Fig. 2).

Table 1. The number of nuclear medicine examinations by year

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
골밀도 포함	30,846	35,868	35,965	45,883	52,144	58,056	63,082	66,919	73,741	82,693
골밀도 미포함	21,808	24,480	23,016	29,146	32,655	36,857	40,993	45,706	51,119	57,829
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
골밀도 포함	91,517	100,624	108,985	112,573	118,942	116,798	115,178	109,457	114,809	115,608
골밀도 미포함	63,456	69,962	74,664	76,583	78,292	75,422	74,370	68,329	71,720	71,546

Table 2. The number of gamma imaging examinations by year

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
감마 영상 건수	20,973	23,544	22,287	27,462	29,351	32,945	34,998	37,458	40,639	42,595
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
감마 영상 건수	45,309	48,370	49,925	50,664	52,602	49,799	47,096	47,912	50,723	50,587

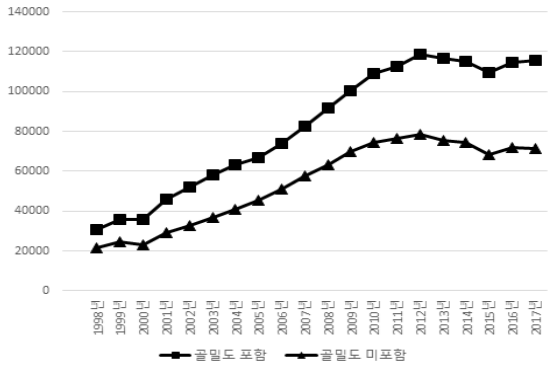

Fig. 1. The number of nuclear medicine examinations by year.

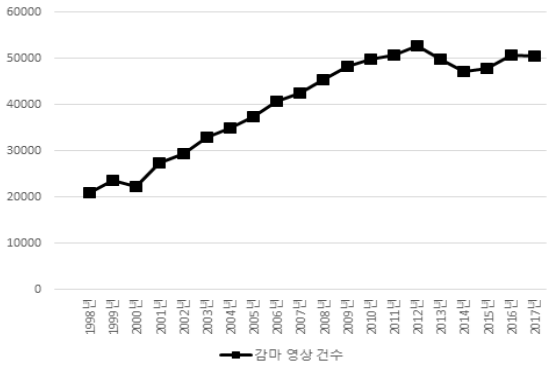

Fig. 2. The number of gamma imaging examinations by year.

2.1. 분야별 감마 영상 검사의 건수 추이

감마 영상 건수를 분야별로 분석하였다. 순환기계, 근골격계, 비뇨기계 순서로 건수가 많았고, 2016년부터는 근골격계가 순환기계 건수를 초과하였다. 갑상선계는 하락 추세인 반면에 근골격계와 비뇨기계는 지속적인 상승 추세였다(Table 3)(Fig. 3).

2.1.1. 근골격계 영상 검사의 건수 추이

근골격계의 대표적인 검사인 Bone scan은 중장기적으로 지속 성장을 하고 있었다(Table 4)(Fig. 4).

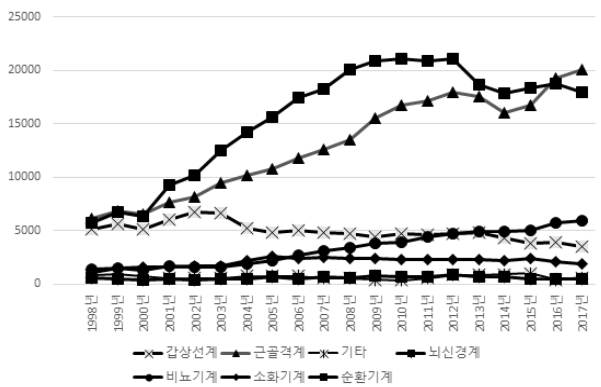

Fig. 3. The number of gamma imaging examinations by system.

Table 3. The number of gamma imaging examinations by system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
갑상선계	5,122	5,594	5,178	6,074	6,736	6,654	5,240	4,807	5,045	4,868
근골격계	6,162	6,822	6,554	7,686	8,183	9,443	10,136	10,761	11,825	12,637
기타	843	903	794	548	557	586	757	764	757	586
뇌신경계	573	511	427	531	382	462	544	663	508	655
비뇨기계	1,427	1,463	1,321	1,729	1,605	1,609	1,901	2,221	2,677	3,101
소화기계	1,086	1,487	1,620	1,615	1,662	1,735	2,161	2,580	2,422	2,541
순환기계	5,760	6,764	6,393	9,279	10,226	12,456	14,259	15,662	17,405	18,207
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
갑상선계	4,743	4,453	4,765	4,629	4,751	4,802	4,343	3,839	3,917	3,547
근골격계	13,499	15,488	16,743	17,151	17,977	17,554	16,036	16,787	19,284	20,098
기타	587	436	367	574	890	879	904	1,008	427	605
뇌신경계	558	844	741	693	858	677	691	518	463	500
비뇨기계	3,445	3,810	3,900	4,417	4,739	4,950	4,981	5,047	5,696	5,954
소화기계	2,403	2,415	2,290	2,281	2,285	2,310	2,242	2,407	2,154	1,919
순환기계	20,074	20,924	21,119	20,919	21,102	18,627	17,899	18,306	18,782	17,964

Table 4. The number of imaging examinations by skeletal system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bone Scan	5,287	5,603	5,435	6,141	6,621	7,899	8,430	8,730	10,055	11,082
Bone SPECT	792	1,141	1,022	1,126	1,010	1,029	1,127	1,508	1,227	1,056
3-Phase Bone	0	0	0	344	476	448	457	439	442	381
WBC SPECT	82	78	94	75	75	67	121	83	101	118
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bone Scan	11,844	13,429	14,791	15,284	16,042	15,936	14,763	15,381	17,897	18,814
Bone SPECT	1,183	1,492	1,377	1,350	1,413	1,078	896	989	1,027	956
3-Phase Bone	348	432	466	411	410	477	330	361	388	392
WBC SPECT	124	135	109	106	112	63	47	56	35	57

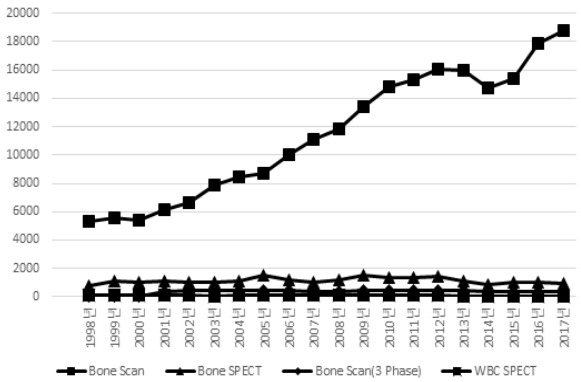

Fig. 4. The number of imaging examinations by skeletal system.

2.1.2. 순환기계 영상 검사의 건수 추이

^{201}Tl을 이용한 Myocardial perfusion SPECT는 2008년까지 지속적인 성장을 하다가 하락 반전하여 회복하지 못하였다. 그리고 MUGA (Multi-gated Blood Pool) scan은 2012년까지 지속적인 성장을 하다가 정체되어 있었다. 그리고 Sentinel lymph node 검사는 2009년에 시작되어 급성장을 하고 있었다 (Table 5)(Fig. 5).

Table 5. The number of imaging examinations by vascular system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
First Pass	74	87	78	103	79	111	105	115	134	117
MUGA Scan	679	724	553	721	1,065	1,033	1,135	1,303	1,371	1,732
Venography	188	179	125	131	126	91	85	42	41	32
Myocardial SPECT	3,876	4,747	4,615	7,231	7,825	10,162	11,544	12,567	14,238	15,163
Lymphangio	63	38	49	43	54	111	422	601	554	571
Sentinel Lymph	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
First Pass	100	66	90	91	92	67	74	90	89	113
MUGA Scan	2.238	2,674	3,474	3,992	4,546	4,289	4,248	4,367	4,482	4,074
Venography	29	27	17	20	9	19	17	9	11	9
Myocardial SPECT	16,327	15,957	14,804	13,754	13,412	11,593	10,740	10,586	10,656	9,820
Lymphangio	645	475	544	650	809	509	455	393	349	415
Sentinel Lymph	95	1,114	1,705	1,967	1,814	1,861	1,929	2,381	2,574	2,541

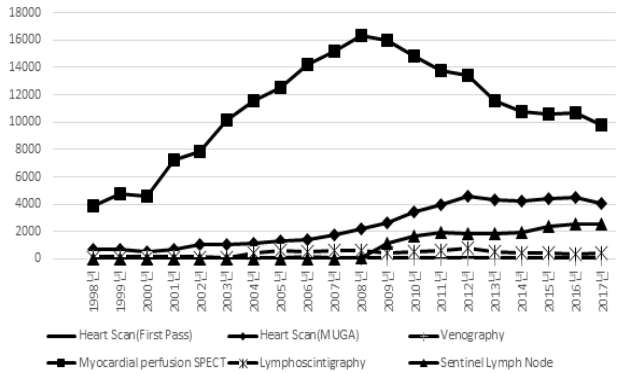

Fig. 5. The number of imaging examinations by vascular system.

2.1.2.1. 심장 핵의학 영상과 경쟁 영상 검사의 건수 추이

^{201}Tl을 이용한 Myocardial perfusion SPECT의 검사 건수가 감소되던 2009년부터 CT의 Coronary artery 검사가 급성장을 하였고, 2017년부터는 검사 건수의 역전이 발생하였다. 다행히도 2012년 이후부터는 ^{201}Tl SPECT의 감소 추세는 진정되는 반면 CT의 Coronary artery 검사는 상승 기울기가 약해지는 추세가 있었다. 한편, MUGA scan은 2012년까지 상승 추세이다가 정체되어 있었고, Echo의 2D doppler는 2012년까지 지속 성장하다가 급격하게 하락하였다(Table 6)(Fig. 6).

2.1.3. 비뇨기계 영상 검사의 건수 추이

DMSA Renal scan은 큰 변화가 없는 반면 DTPA Renal scan은 GFR (glomerular filtration rate) 측정과 같은 추가 정량 분석을 제공한 2004년 이후부터 급성장하고 있는 추세였다. 그리고 MAG_3 Renal scan은 지속적으로 성장하고 있었다(Table 7)(Fig. 7).

Table 6. The Number of nuclear medicine cardiac examinations and competitive studies

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Myocardial SPECT	3,876	4,747	4,615	7,231	7,825	10,162	11,544	12,567	14,238	15,163
CT, Coronary Artery	0	0	0	0	2	62	299	135	230	1,713
MUGA Scan	679	724	553	721	1,065	1,033	1,135	1,303	1,371	1,732
Echo, 2D Doppler	13,157	15,552	15,723	21,246	21,284	22,312	25,648	25,256	27,579	31,248
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Myocardial SPECT	16,327	15,957	14,804	13,754	13,412	11,593	10,740	10,586	10,656	9,820
CT, Coronary Artery	3,928	5,645	6,869	9,324	8,902	8,992	9,555	9,108	10,646	10,982
MUGA Scan	2,238	2,674	3,474	3,992	4,546	4,289	4,248	4,367	4,482	4,074
Echo, 2D Doppler	32,536	33,506	35,430	37,562	39,124	38,314	32,826	28,858	27,116	22,663

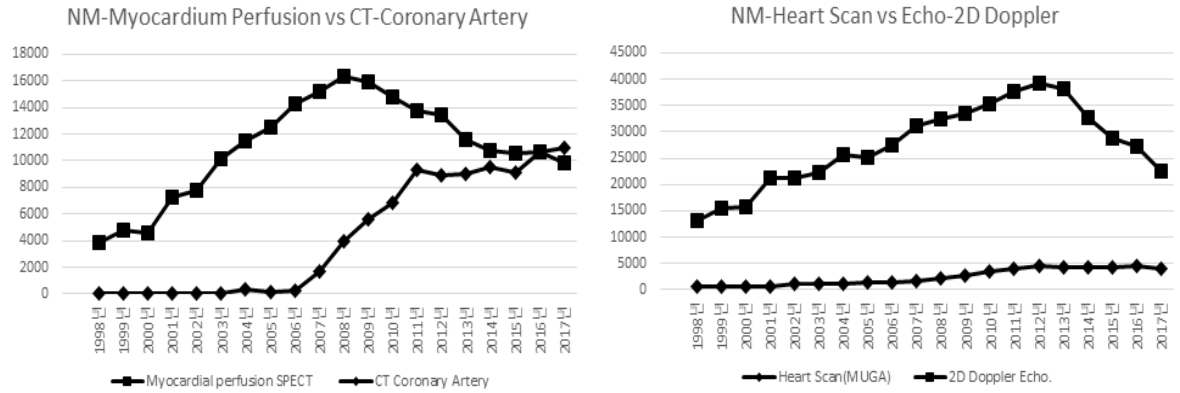

Fig. 6. The number of nuclear medicine cardiac examinations and their competitive studies.

Table 7. The number of imaging examinations by genitourinary system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MAG3 Renal Scan	323	372	387	474	441	494	489	687	793	897
DTPA Renal Scan	569	558	425	592	526	416	670	810	1,210	1,600
DMSA Renal Scan	446	455	434	560	536	597	637	657	620	570
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MAG3 Renal Scan	856	977	1,011	1,159	1,191	1,297	1,249	1,277	1,365	1,613
DTPA Renal Scan	1,899	2,099	2,146	2,404	2,786	2,908	3,016	3,073	3,571	3,736
DMSA Renal Scan	654	699	701	812	729	716	696	680	747	594

Table 8. The number of imaging examinations by endocrine system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Parathyroid Scan	0	4	24	46	60	69	81	68	69	88
Thyroid Scan(99mTc)	2,688	2,902	2,545	2,824	2,844	2,745	2,149	1,690	1,681	1,622
Thyroid Scan(131I)	12	7	5	2	11	10	5	5	7	2
KCLO4 Washout	105	81	63	220	401	372	74	100	183	91
WB Scan(131I)	1,058	1,296	1,360	1,516	1,630	1,850	2,066	2,772	2,964	1,314
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Parathyroid Scan	110	88	85	83	81	100	107	146	128	127
Thyroid Scan(99mTc)	1,348	1,179	1,291	1,087	1,259	1,387	1,291	1,172	1,305	1,197
Thyroid Scan(131I)	3	0	1	28	50	20	8	5	6	6
KCLO4 Washout	21	11	12	11	27	4	1	1	1	1
WB Scan(131I)	1,804	1,884	2,060	2,468	2,096	2,020	1,504	972	732	552

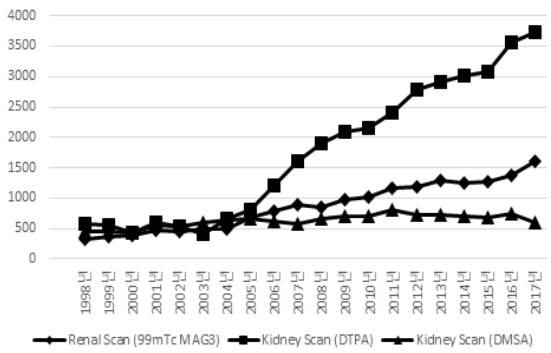

Fig. 7. The number of imaging examinations by genitourinary system.

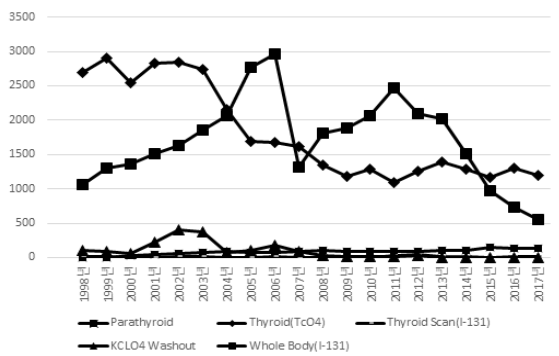

Fig. 8. The number of imaging examinations by endocrine system.

2.1.4. 갑상선계 영상 검사의 건수 추이

갑상선계의 대표적인 검사인 ^{99m}Tc을 이용한 Thyroid scan은 2002년 이후에 지속적으로 감소하는 추세였다. 그리고 갑상선 암의 수술 전과 후에 시행하는 ^{131}I를 이용한 Whole body scan은 2006년까지 성장하였으나 2007년 이후로는 급격하게 하락하였다(Table 8)(Fig. 8).

Table 9. The number of imaging examinations by central nervous system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brain Perfusion SPECT	136	329	262	327	200	145	44	29	59	24
Cisternography	52	56	37	54	52	59	72	61	72	86
Dacryocystogram	51	9	6	17	16	46	70	107	55	22
Brain Ictal SPECT	63	52	43	40	48	49	40	50	40	43
Brain DIAMOX SPECT	161	32	0	1	0	148	294	396	257	462
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Brain Perfusion SPECT	43	37	63	51	77	44	43	40	54	69
Cisternography	79	93	83	92	105	90	56	64	45	56
Dacryocystogram	16	113	41	52	73	60	46	38	48	24
Brain Ictal SPECT	25	45	34	24	47	54	56	31	15	20
Brain DIAMOX SPECT	375	410	377	383	331	295	255	221	194	211

2.1.5. 뇌신경계 영상 검사의 건수 추이

Brain perfusion SPECT는 2001년을 기점으로 하락하였고, Brain DIAMOX SPECT는 2009년까지 성장을 지속하다가 그 이후에 하락 추세였다(Table 9)(Fig. 9).

2.1.6. 소화기계 영상 검사의 건수 추이

Hepatobiliary Scan이 2005년까지 성장하였고, 2016년부터는 하락하는 추세였다(Table 10)(Fig. 10).

Table 10. The number of imaging examinations by gastrointestinal system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Liver Scan	50	29	25	16	19	14	6	8	9	5
Hepatobiliary Scan	647	723	932	1,014	1,192	1,292	1,720	2,053	1,992	2,160
Spleen Scan	23	21	27	36	38	37	29	20	25	24
Salivary Gland Scan	24	318	245	114	7	17	18	95	52	78
Esophagus Scan	22	21	38	53	34	18	30	41	48	31
G-I Bleeding Scan	87	122	132	165	175	173	168	153	150	105
Gastric Emptying Scan	32	23	42	82	42	45	37	41	36	41
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liver Scan	15	13	13	7	5	2	1	0	0	1
Hepatobiliary Scan	1.960	1,935	1,725	1,744	1,741	1,776	1,760	1,909	1,635	1,344
Spleen Scan	20	18	12	13	22	19	17	17	11	13
Salivary Gland Scan	140	172	221	302	286	316	248	254	282	291
Esophagus Scan	29	50	96	89	34	27	32	35	31	76
G-I Bleeding Scan	78	81	104	59	83	68	76	58	51	36
Gastric Emptying Scan	90	71	52	39	65	66	48	83	107	122

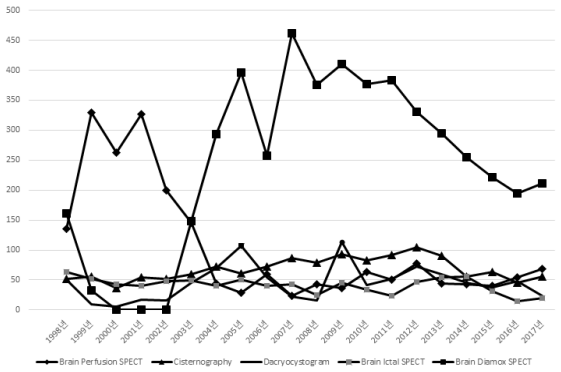

Fig. 9. The number of imaging examinations by central nervous system.

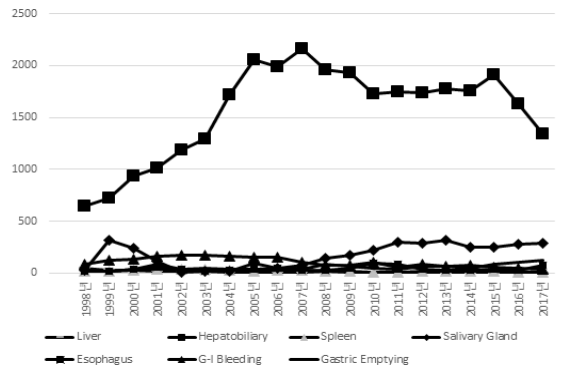

Fig. 10. The number of imaging examinations by gastrointestinal system.

2.1.7. 호흡기계 영상 검사의 건수 추이

Lung perfusion scan과 Inhalation scan은 지속적으로 하락하다가 2013년을 변곡으로 하여 상승 전환하는 추세였다. 한편 기체 방사성의약품인 ^{133}Xe을 이용한 Ventilation scan은 1999년에 마지막으로 시행되었고, 그 이후에는 검사가 시행되지 않고 있었다(Table 11)(Fig. 11).

Table 11. The number of imaging examinations by respiratory system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Lung Perfusion Scan	672	733	626	704	717	674	620	672	687	457
Lung Inhalation Scan	203	249	307	273	309	274	276	362	380	135
133Xe Ventilation Scan	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lung Perfusion Scan	494	489	366	315	301	215	320	340	399	329
Lung Inhalation Scan	146	122	119	130	118	72	114	140	176	149
133Xe Ventilation Scan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.1.7.1. 폐 색전증을 위한 핵의학 영상과 경쟁 영상 검사의 건수 추이

Lung perfusion scan이 하락 추세로 변화되었던 2007년부터 Pulmonary embolism CT가 급성장을 하였고, 지속적인 성장세가 있었다(Table 12)(Fig. 12).

Table 12. The number of nuclear medicine examinations for Embolism and their competitive study

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Lung Perfusion Scan	672	733	626	704	717	674	620	672	687	457
CT, Embolism	43	45	63	110	127	199	301	439	624	690
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lung Perfusion Scan	494	489	366	315	301	215	320	340	399	329
CT, Embolism	871	1,006	1,162	1,235	1,345	1,502	1,647	1,703	1,736	2,042

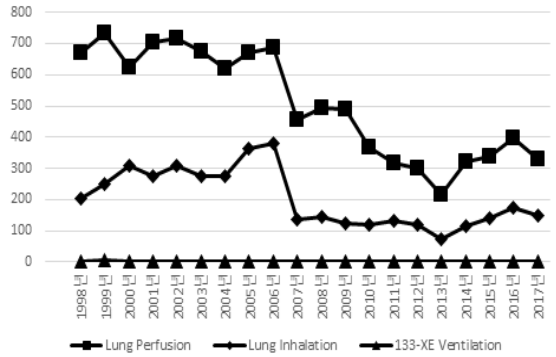

Fig. 11. The number of imaging examinations by respiratory system.

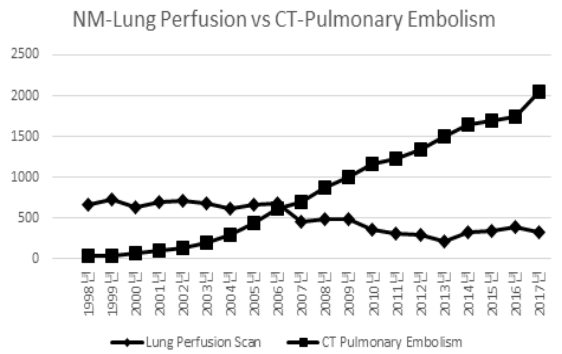

Fig. 12. The number of nuclear medicine examinations for embolism and their competitive study.

3. 골밀도 영상 검사의 건수 추이

골밀도 영상 검사는 20년 동안 중장기적으로 단 한 번의 역성장 없이 지속적인 상승 추세를 유지하였고, 외재적인 변수의 영향도 거의 받지 않았다. 분야별로는 BMD (Spine + Femur)가 가장 많은 건수이었고, BMD (Spine AP & Lat + Femur)의 순으로 많은 건수를 시행하고 있었다(Table 13)(Fig. 13).

Table 13. The number of bone mineral density examinations

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BMD(Spine)	6	65	15	37	20	206	900	734	654	252
BMD(Femur)	2	3	2	3	40	175	443	148	21	12
BMD(Spine+Femur)	8,551	10,433	11,863	14,913	16,823	18,878	18,723	19,084	21,303	23,871
BMD(Spine AP&Lat+Femur)	96	251	239	255	315	355	203	426	563	547
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
BMD(Spine)	166	122	81	139	115	132	138	95	90	104
BMD(Femur)	26	53	19	17	7	5	2	6	7	6
BMD(Spine+Femur)	26,976	29,499	33,272	34,823	39,281	39,993	39,762	40,044	41,938	42,546
BMD(Spine AP&Lat+Femur)	683	665	848	948	1,222	1,214	856	923	1,012	1,307

4. PET 영상 검사의 건수 추이

2001년에 Dedicated PET을 도입하여 PET 영상 검사를 시작하였고, 2004년에 PET/CT를 도입하여 검사를 하였다. PET 영상 검사는 중장기적인 상승 추세였으나, 2014년 말경 무증상 추적검사를 제한한 PET 급여 개정 이후에 약 20% 이상 급락하여 회복을 못하고 있었다(Table 14)(Fig. 14).

Table 14. The number of PET imaging examinations

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PET 영상 건수	0	0	0	883	2,472	3,087	5,192	7,210	9,405	14,086
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
감마 영상 건수	16,751	20,180	23,335	24,472	24,320	24,455	26,293	19,605	20,271	20,316

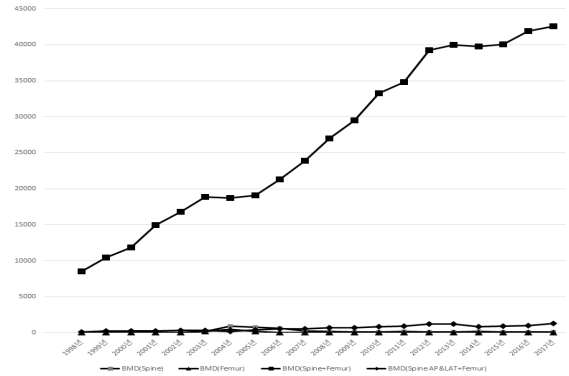

Fig. 13. The number of bone mineral density examinations.

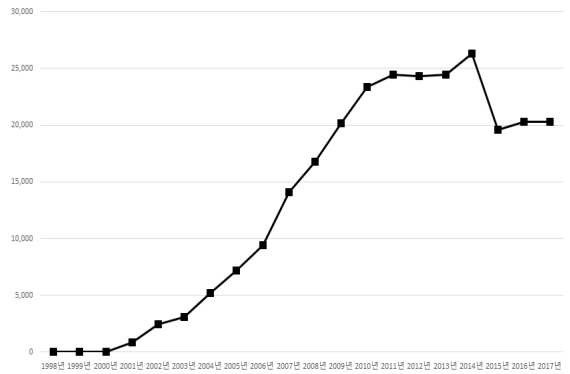

Fig. 14. The number of PET imaging examinations.

4.1. 분야별 PET 영상 검사의 건수 추이

PET 영상 건수를 분야별로 분석하였다. Whole body (torso)가 가장 많은 건수이었고, Head (brain), Additional 순서로 많았다. 대표적인 PET 검사인 Whole body (torso)는 2014년 말경 무증상 추적검사를 제한한 PET 급여 개정 이후에 급락하여 회복하지 못하였다. 반면 Additional 검사는 2006년부터 2010년까지 지속적으로 성장하였으나 Whole body (torso) 검사 이후 Additional 검사 시행에 대한 요양 급여 삭감이 강화된 2011년부터는 급락하였다(Table 15).

Table 15. The number of PET imaging examinations by system

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Additional	0	0	0	0	0	0	0	0	728	2,103
Head(Brain)	0	0	0	160	300	494	520	625	672	726
Heart	0	0	0	11	50	7	11	5	15	30
Regional	0	0	0	0	0	55	31	12	8	1
Whole Body(Torso)	0	0	0	695	2,041	2,278	4,121	5,599	7,337	11,127
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Additional	2,106	2,311	3,064	2,327	1,138	823	748	497	435	481
Head(Brain)	787	1,155	1,145	1,226	1,450	1,509	1,503	1,745	1,922	1,832
Heart	2	0	1	2	2	19	75	70	46	60
Regional	0	44	48	21	18	38	17	0	3	3
Whole Body(Torso)	13,740	16,436	18,935	20,882	21,712	22,065	23,950	17,291	17,849	17,919

4.2. ^{18}F-FDG Whole body (torso) PET 영상 검사의 건수 추이

^{18}F-FDG Whole body (torso) 영상 검사의 건수는 2014년까지 강하게 상승하다가 2014년 말경 무증상 추적검사를 제한한 PET 급여 개정 이후에 급락하여 회복하지 못하였다(Table 16).

Table 16. The number of ^{18}F-FDG whole body (torso) examinations

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
^{18}F-FDG Torso	0	0	0	695	2,041	2,278	4,119	5,562	7,290	11,074
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
^{18}F-FDG Torso	13,723	16,405	18,874	20,797	21,678	22,034	23,834	17,106	17,700	17,600

4.3. ^{18}F-FDG Whole body (torso)를 제외한 Whole body PET 영상 검사의 건수 추이

^{18}F-FDG Whole body (torso) 영상 검사를 제외한 Whole body PET의 건수는 ^{18}F Bone PET, ^{18}F-FLT PET, ^{68}Ga-Edotreotide (DOTATOC) PET 검사가 2015년부터 상승되고 있었다(Table 17).

Table 17. The number of whole body PET examinations except ^{18}F-FDG torso whole body PET

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
^{18}F-FDG TB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simulation WB	0	0	0	0	0	0	2	37	47	53
^{18}F Bone TB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{18}F-FDOPA WB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{18}F-FLT WB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{68}Ga-DOTATOC WB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
^{18}F-FDG TB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
Simulation WB	14	0	1	2	1	3	0	0	0	0
^{18}F Bone TB	0	0	0	0	20	0	0	78	60	3
^{18}F-FDOPA WB	0	0	0	0	0	0	0	7	35	43
^{18}F-FLT WB	0	0	1	0	0	1	68	65	0	0
^{68}Ga-DOTATOC WB	0	0	0	0	0	0	0	0	33	145

4.4. Brain PET 영상 검사의 건수 추이

^{18}F-FDG Brain의 검사 건수는 2009년까지 상승하다가 정체되어 있으며 2014년 말경 무증상 추적검사를 제한한 PET 급여 개정에는 큰 영향이 없었다. 반면 ^{18}F-FPCIT Brain은 지속적인 성장을 하고 있는 추세였다. 반감기가 약 20분으로 짧은 ^{11}C을 대신하여 ^{18}F을 이용한(^{18}F-Flutemetamol, ^{18}F-Florbetaben, ^{18}F-Florbetapir 등) Dementia brain 검사가 2015년부터 시작되었다(Table 18).

Table 18. The number of brain PET imaging examinations

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
^{18}F-FDG Brain	0	0	0	160	300	494	500	543	643	656
^{11}C-Methionine Brain	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{18}F-FDOPA Brain	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{18}F-FPCIT Brain	0	0	0	0	0	0	0	0	9	69
^{11}C-PIB Brain	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
^{18}F Dementia Brain	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
^{18}F-FDG Brain	686	705	657	559	646	634	582	601	505	498
^{11}C-Methionine Brain	12	69	47	77	81	61	80	82	68	29
^{18}F-FDOPA Brain	0	0	0	0	0	0	0	3	27	134
^{18}F-FPCIT Brain	89	377	441	590	705	764	783	850	948	924
^{11}C-PIB Brain	0	0	0	0	17	33	14	0	0	0
^{18}F Dementia Brain	0	0	0	0	0	11	0	199	361	231

5. 핵의학 치료의 건수 추이

핵의학 치료(^{131}I, ^{89}Sr, ^{223}Ra, ^{131}I-MIBG, Zevalin, Post TARE 등)는 2011년까지 상승 추세였으나 그 이후에는 급락하였다(Table 19)(Fig. 15).

Table 19. The number of nuclear medicine therapy

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
치료 건수	835	936	729	801	832	825	803	1,038	1,075	1,148
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
치료 건수	1,396	1,412	1,404	1,447	1,370	1,168	981	812	726	643

5.1. 분야별 핵의학 치료의 건수 추이

고용량 ^{131}I 치료는 2011년까지 상승 추세였으나 2011년과 2014년의 갑상선 과잉진료 논란 이후에 갑상선암의 수술 건수 감소로 인하여 치료 건수가 급락하였다. 그리고 저용량 ^{131}I 치료는 지속적인 하향 추세에 있었다. 그러나 ^{89}Sr, ^{223}Ra, ^{131}I-MIBG, Zevalin, Post TARE (^{90}Y Thera Spheres, ^{90}Y SIR Spheres) 등을 이용한 기타 핵의학 치료는 미미하지만 지속적인 유지를 하고 있었다(Table 20)(Fig. 16).

Table 20. The number of nuclear medicine therapy by field

연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
고용량 ^{131}I 치료	238	224	228	309	341	339	354	592	672	679
기타(^{89}sr, ^{223}Ra) 치료	5	12	14	12	15	13	7	11	14	14
저용량 ^{131}I 치료	592	700	487	480	476	473	442	435	389	455
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
고용량 ^{131}I 치료	785	791	881	908	835	756	626	539	363	292
기타(^{89}sr, ^{223}Ra) 치료	13	5	9	15	5	6	15	20	15	19
저용량 ^{131}I 치료	598	616	514	524	530	406	340	253	348	332

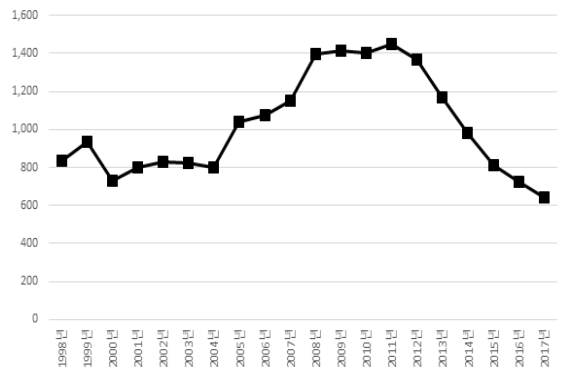

Fig. 15. The number of nuclear medicine therapy.

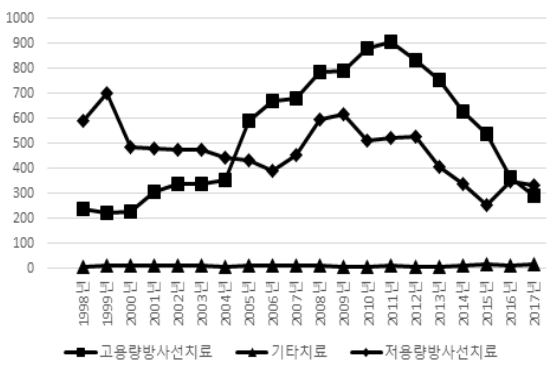

Fig. 16. The number of nuclear medicine therapy by field.

고 찰

핵의학 감마 영상 검사의 중장기 추세 분석을 하였다. 2016년 이후부터는 순환기계 보다 근골격계의 건수가 더 많았고, 갑상선계는 지속적인 하향 추세인 반면 2004년 이후로 비뇨기계는 급성장을 하고 있었다. 2007년 이후부터는 호흡계가 급격한 하향 추세이었다. 특히, 핵의학 감마 영상 검사와 타 경쟁 검사(CT, 초음파 등)와의 실적 비교에서 반비례 관계이거나 역치 현상이 있었다. 따라서 핵의학 영상 검사의 경쟁력 강화를 위해 지속적인 노력이 필요할 것으로 생각된다. 또한 골밀도 검사는 중장기적으로 지속 성장을 하고 있었고, 인구 고령화에 따른 중장기 발전도 예상할 수 있을 것이다. PET 영상 검사의 중장기 추세 분석을 하였다. 1994년에 PET 영상 검사를 시작한 후 지속적인 성장세에 있었으나 무증상 추적 검사를 금지한 PET 급여 개정 이후에 20% 이상 급락한 후 회복하지 못하고 있었다. 그러나 ^{18}F-FDG Brain 검사는 PET 급여 개정에 영향이 적었고, ^{18}F-FPCIT는 지속적인 성장세를 이어가고 있었다. 한편 Additional 검사는 대량의 요양 급여 삭감이 시행된 2011년 이후에 급락하였으나, 2015년 이후에 ^{18}F Bone, ^{18}F-FDOPA, ^{68}Ga DOTATOC 등의 신규 검사를 시행하게 되어 주목할 만한 성장세가 있었으므로 이에 대한 선택과 집중을 고려할 시기로 판단된다. 핵의학 치료의 중장기 추세 분석을 하였다. 갑상선 과잉 진료 논란 이후에 갑상선 수술의 건수가 감소하였고, 이로 인해 ^{131}I을 이용한 치료 건수가 급락하였다. ^{131}I을 이용한 갑상선 암의 치료는 핵의학 분야에서 오랜 기간 동안 가장 많이 시행되었던 치료인 것을 감안하면 큰 영향이 있었을 것으로 생각된다. 다만 2014년부터 ^{223}Ra, ^{131}I-MIBG 치료가 증가하기 시작하였고, 2017년부터는 간동맥색전술 후에 ^{90}Y Thera-sphere나 ^{90}Y Sir-sphere 치료가 시작되었으며 치료 후에 PET 영상을 획득하여 평가하는 것을 감안할 때, 핵의학의 미래 발전 방향으로 모색되는 Theranostic에 대한 준비 및 계획을 수립하여야 할 매우 중요한 시기로 사료된다.

결 론

핵의학 영상 검사는 중장기(20년, 1998년-2017년) 상승 추세에 있었으나 2012년 이후로 정체되어 있었고, 이와 같은 실적 추세를 고려하여 미래 핵의학 발전 방향을 모색하여야 할 것이다. 핵의학 영상 검사 및 치료의 중장기 성장과 발전 방향을 위해서는 시시각각 변하는 대내외 의료 환경의 변화에 대한 적극적인 대응은 물론이고, 핵의학 영상 검사 및 치료가 타 경쟁 검사 및 치료에 대한 경쟁 우위를 확보하기 위한 노력이 중요할 것이다. 또한 신규 검사 및 치료의 개발에 노력하여야 하며, 임상적인 정량지표의 개발 및 안정적 유지에 대한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

요 약

핵의학은 1959년에 국내 도입되어 갑상선 기능 항진증의 치료를 위해 ^{131}I을 경구 투여한 것으로 시작되었고, 감마카메라는 1969년에 국내 도입되어 핵의학 영상 검사를 시작한 후 지속적인 성장을 하고 있다. 서울 소재 일개 상급종합병원을 대상으로 1998년부터 2017년까지의 핵의학 영상 검사 및 치료 실적에 대해 중장기 추세를 분석하였다. 분석 도구로는 해당병원의 통계 프로그램을 이용하여 감마, PET, 골밀도, 치료로 구분하여 검사 실적 추세 및 상세 분석을 하였다. 이와 같은 실적을 바탕으로 미래 핵의학 발전에 대한 예측을 하고, 핵의학 발전 방향 및 발전 계획의 준거 틀을 마련하는데 그 목적이 있었다. 지난 20년 동안에 Bone scan, MUGA scan, Renal scan(^{99m}Tc-DTPA), ^{18}F-FPCIT PET, 골밀도 검사 등이 상승 추세였고, Myocardium perfusion SPECT, Thyroid scan, Lung scan 등은 하락 추세였으며, Hepatobiliary scan, Renal scan(^{99m}Tc-DMSA), ^{18}F-FDG PET 등은 정체되어 있었다. 그리고 핵의학 치료 실적은 2011년까지 상승 추세였으나 갑상선 과잉진료 논란이후에 급락한 후 회복하지 못하고 있었다. 또한 핵의학 영상 검사와 경쟁 검사 간의 건수를 분석한 결과, 반비례 관계이거나 역치 현상이 있었다. 핵의학 영상 검사 및 치료 실적은 의약 분업 도입과정에서 발생한 의사 파업(2000년), 갑상선 과잉 진료 논란(2011년, 2014년), 무증상 추적 검사를 제한한 PET 요양 급여 개정(2014년), 중동호흡기증후군 확산(2015년), 그리고 수시로 발생하는 요양 급여 삭감 등의 변수에 큰 영향을 받았다. 핵의학 영상 검사는 중장기 상승 추세에 있었으나 2012년 이후로 정체되어 있었다. 핵의학 영상 검사 및 치료의 중장기 성장과 발전 방향을 위해서는 시시각각 변하는 의료 환경의 변화에 대한 적극적인 대응은 물론이고, 핵의학 영상 검사 및 치료가 타 경쟁 검사 및 치료에 대한 경쟁 우위 확보를 위한 노력, 신규 검사 및 치료의 개발, 임상적인 정량지표의 개발 및 안정적 유지에 대한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. 고창순. 핵의학. 제1판. 고려의학; 1992. p7.

2. 서종록, 유승흠, 전기홍, 남정모. CT 보험급여 전후의 CT 및 MRI 검사의 이용량과 수익성 변화. ***병원경영학회지.*** 1997;2:4-20.
3. 정수정, 민정준, 박성희, 김성민, 정환정 외. 핵의학 영상검사 의뢰건수와 정상판독 비율과의 상관관계. ***제38차 대한 핵의학회 추계학술대회.*** 1999;111.
4. Box GEP, Tiao GC. Intervention analysis with application to economic and environmental applications. ***J American Statistical Association.*** 1994;70:70-9.