

치과분야 영상검사 피폭선량모니터링을 통한 선량 최적화 방안

이채나

연세대학교 치과대학 영상치의학교실

ORCID ID

Chena Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-8943-4192>

ABSTRACT

Establishment of dose monitoring system for dentistry

Chena Lee

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

Along with the advancement of dental x-ray equipment, the use of diagnostic radiation has been rapidly increasing. Accordingly, concerns about radiation exposure are increasing. In particular, imaging examinations in the dental field have a low individual radiation exposure. However, the frequency of the examinations is high. Also, due to the abundant usage of dental CBCT, concerns has been widely spread across the users and the nation. In response to this, there has been a need to establish a dose monitoring system for dental x-ray equipment. Therefore, the purpose of this study was to establish of a national dose monitoring system for imaging examinations in the dentistry. For the system establishment, the structure of intraoral, panoramic radiography and CBCT system was surveyed and the integrated data collection plan was prepared. Based on this, dose monitoring system, which can be utilized for nation-wide, was established and a pilot operation was conducted. In order to continuously expand the system in the future, system supplements should be confirmed through gathering expert opinions.

Key words : Dentistry, Intraoral radiography, Panoramic radiography, Cone-beam CT, National dose monitoring, Dose monitoring system

Corresponding Author

Chena Lee, DDS, Ph.D, Assistant Professor

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

50-1 Yonsei-ro, Seoul, 03722, Korea

Tel : +82-2-2228-3124 / Fax : +82-2-363-5232 / E-mail : chenalee@yuhs.ac

ACKNOWLEDGEMENT This research was supported by a fund(2023-10-007) by Research of Korea Disease Control and Prevention Agency.

I. 서론

치과 진료실에 콘빔CT가 도입, 확산되면서 치과 병·의원에서 발생하는 환자 피폭량은 급격히 증가하고 있다. 기존의 구내 및 파노라마방사선검사의 경우 전 연령에 걸쳐 그 빈도가 상당히 높다 하더라도, 비교적 저선량을 이용하여 시행되는 검사로 피폭량에 대한 우려가 아주 높지는 않았다. 하지만, 콘빔CT의 사용이 지속적으로 증가하면서 이제는 치과계에서도 환자의 방사선 노출량에 대한 인식의 개선과 더불어 지속적인 관리가 필수적이게 되었다.

의료행위를 위한 방사선검사의 시행은 불가피 하지만 환자에게 이익을 줄 수 있는 한도 내에서 최소로 유지되어야 한다. 이를 위한 첫번째 단계가 ‘국가진단참고수준’의 분석과 활용이 되겠다. 많은 치과의사들이 콘빔CT의 방사선 피폭량에 대해 막연한 우려와 걱정을 가지고 있지만 막상 내가 사용하는 장비의 방사선 노출량은 어느 정도 수준일지 알기 어렵다. 이에, 국가적 차원에서 각각의 병원에서 특정 검사를 시행할 때 사용하는 선량 수준을 대규모로 조사한 뒤 선량값 분포를 분석하여 3/4 분위의 값을 제안하는데, 이것을 ‘진단참고수준(Diagnostic Reference Level, DRL)’이라고 한다¹⁾.

진단참고수준을 제시하는 가장 큰 이유는 사용자 스스로 최적화 된 방사선검사를 시행하여 궁극적으로는 국가수준의 의료방사선을 저감화 하기 위함이다. 즉,

기관에서 사용하는 선량 수준이 진단참고수준보다 비정상적으로 높거나 낮을 경우, 방사선 방어가 적절하게 최적화되었는지 혹은 화질 수준이 적정한지 검토할 수 있다. 이를 통해 사용자 스스로 방사선 검사 프로토콜을 최적화 할 수 있다.

미국, 영국 등의 국가에서는 약 5년을 주기로 국가 진단참고수준을 제시하고 있으며, 일본, 우리나라 등 아시아 국가에서도 치과방사선검사 분야의 국가진단참고수준이 제시되고 있다(Table 1)²⁻⁵⁾. 진단참고수준을 조사하기 위해서는 각 지역별 치과병원의 분포를 고려하여 선정된 일부 병원에 직접 방문하여 현장 조사를 실시한다. 우리나라에서 제시하고있는 콘빔CT의 국가진단참고수준은 상악 임플란트 식립 시 시행되는 검사를 기준으로 하고 있다⁵⁾. 이렇듯 대부분의 국가에서는 현장조사나 설문조사의 방식을 이용하여 선량을 조사하고 이 데이터를 기반으로 진단참고수준을 제시하고 있다. 이에, 신뢰도 높은 결과의 산출을 위해 보다 많은 수의 병원을 대상으로 하거나 여러 검사 프로토콜에 대한 대규모 조사를 시행 하기에는 현실적인 한계가 있다.

이러한 한계점을 극복하기 위해 자동선량관리 시스템을 활용할 수 있다. 미국의 ACR(American College of Radiology)에서는 다채널 CT 검사의 선량 최적화를 위해 선량등록소(Dose Index Registry)를 운영하고 있다. 선량등록소는 개별 의료기관의 검사 장비와 직접 연동하거나 의료기관에서 사용하는 선량관리프

Table 1. 국가진단참고수준 의 각 나라별 비교

단위 : mGy·cm²

검사 종류	미국 (2019) ²⁾	영국 (2019) ³⁾	일본 (2020) ⁴⁾	한국 (2019) ⁵⁾
파노라마	성인	123	81	134
	소아	67	60	175 (10세) 163 (6세)
콘빔CT	성인	727	265	1960
	소아	624	169	2060

로그와 호환하여 진단참고수준을 산출할 수 있는데, 이를 통해 각각의 의료기관에서는 국가나 지역 의료기관의 선량수준과 비교 평가해볼 수 있다⁶⁾. 최근에는 치과병원에서 콘빔CT장비와 시판되는 선량관리프로그램을 연동하여 피폭량을 모니터링한 사례도 보고되고 있다⁷⁾. 이 연구의 경우 환자 개인의 유효 선량 산출을 목적으로 하고 있다는 점에서 국가단위의 선량관리와는 그 목적이 다르지만 선량정보의 관리에 있어 자동화된 시스템을 통해 대규모의 정확한 선량 데이터 수집·관리가 필요하다는 점에서 궤를 같이한다.

국내에서는 2004년도를 시작으로 5년마다 치과영상검사 분야의 국가진단참고수준을 제시하여 방사선 저감화에 노력을 기울이고 있다. 의료방사선 방호에 엄격한 유럽 국가들과 비교해 보았을 때, 국내 치과방사선검사의 선량 수준은 아직까지도 저감화의 여지가 충분하다고 판단된다. 해외 선진 국가들에 비해 방사선 피폭량이 다소 높은 데에는 여러 원인이 있겠지만, 무엇보다도 장비의 디지털화와 더불어 급속한 콘빔CT의 보급이 주요한 인자로 추정된다. 오늘날 국내 치과병원에 보급된 콘빔CT 장비 수는 전국에 설치된 다채널 CT 보급률을 넘어서고 있다⁸⁾. 이러한 국내 시장의 특수성을 고려한다면 보다 면밀한 국가 차원의 선량 관리가 필요하다고 생각된다. 이를 위해 본 연구에서는 치과영상검사장비에 연동 가능한 자동선량보고체계를 마련하고자 한다. 이를 통해 각각의 검사 목적에 맞추어 보다 정밀한 국가진단참고수준을 산출할 수 있는 플랫폼의 가능성을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 치과방사선기기 국내 설치 현황

치과방사선검사에 사용되는 기기 현황 파악을 위해

2023년 기준 국내 치과 병·의원에 설치, 운영중인 기기 현황을 파악하였다. 설치된 장비 중 조사 시점을 기준으로 사용 중이며 제조사 및 장비 모델이 명확히 기재된 장비는 45,224 건이었으며 이 중 콘빔CT는 전체 장비의 약 38% (16,841 건)를 차지하고 있었다(Fig. 1). 파노라마방사선검사기기는 약 10% (4,671 건)으로 콘빔CT 보다 낮은 설치 건수를 보였는데, 이는 신규 도입 장비의 경우 대부분 파노라마-콘빔CT 복합기로서 장비종별의 구분이 콘빔CT로 구분되었기 때문이다.

전체 콘빔CT 장치 중 장비에서 선량 정보를 DAP의 형태로 출력하는 장비는 30% 이하로 파악되었다. 의료영상의 경우 표준화된 파일 형태인 Digital Imaging and Communications in Medicine(DICOM) 포맷으로 출력되며 이러한 형태의 데이터에는 이미지와 더불어 검사와 관련한 모든 정보가 담겨있다(Fig. 2). 검사 정보에는 환자정보, 검사장비, 검사 시행 일자나 기관, 방사선 노출 조건 등을 모두 포함한다. DICOM 국제 규격에 따르면 치과에서 사용되는 모든 방사선검사장비는 DAP 값을 출력하도록 규정하고 있다. 하지만 비교적 최근에 들어서야 DAP값을 출력하는 장비 모델이 생산되기 시작하여, 현재 국내에서 가동중인 장비 대다수(70% 이상)에서 선량값을 표기하지 않는 것으로 보인다.

2. 방사선검사기기 및 검사 부위 별 특성 분석

치과에서 사용되는 개별 장비의 특성을 분석하여 이 중 장비 모두와 연동이 가능한 시스템을 마련하고자 하였다. 특히 구내방사선기기는 파노라마 및 콘빔CT 장비와는 달리 방사선발생기인 관구와 이미지검출기인 센서가 독립적으로 구성된 경우가 빈번하여 이러한 개별 상황에 대해 모두 수용 가능한 체계가 필요하였다. 이에, 각 병원의 개별 장비에서 노출된 선량이 데이터베이스 내에 축적되기 위해 통합적이고도 유기적인

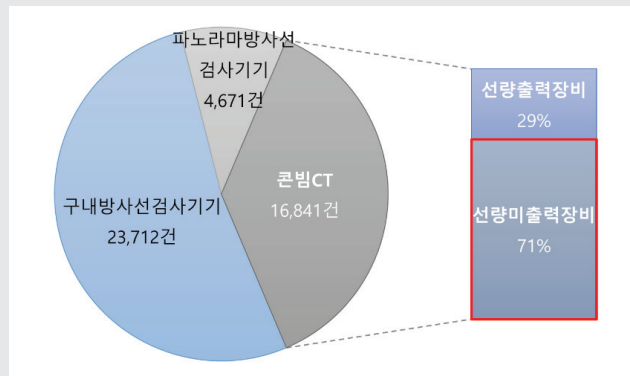


Figure. 1. 치과방사선기기 종별 국내 설치 현황

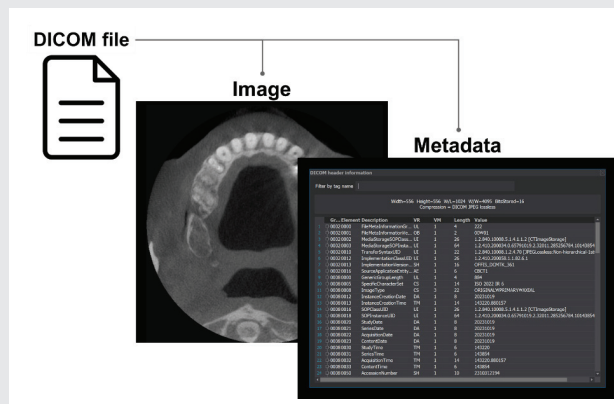


Figure. 2. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) 파일의 구성 요소

데이터의 축적 방법 개발에 중점을 두었다.

각각의 장비 종별 구분과 더불어 피폭 선량과 연관된 검사 특성을 분석하였다. 콘빔CT의 경우 검사 영역의 크기(Field-Of-View, FOV) 및 검사 부위, 연령이 주된 변수로 파악되었다⁹⁾. 파노라마방사선검사의 경우 연령이 외의 고려할 만한 특이사항은 없었으나, 특수 모드인 TMJ 및 상악동 파노라마검사 등은 일반 파노라마방

사선검사와는 다른 선량값을 출력할 것으로 추정되어 따로 구분하였다. 구내방사선검사의 경우 개별 치아를 모두 구분하게 되면 시스템 복잡도의 증가에 비해 검사 부위 별 피폭의 차이는 많지 않아 치식은 구분하지 않았다. 상기 모든 사항을 고려한 새로운 코드 체계를 구축하였다. 새로운 코드 체계는 총 5자리로 구성되었으며, 각 코드 자리에 따른 체계는 Figure. 3과 같다.

3. 시스템 디자인 설계

구내, 파노라마 및 콘빔CT의 특성을 개별적으로 고려한 모델 설계를 진행하였다. 기본적으로는 각 검사 장비에서 촬영 후 DICOM 파일을 전송할 때 추가 경로를 하나 더 지정하여 선량 프로그램과 연동하는 방식을 취하였다. 즉, 장비에서 획득된 DICOM 영상이 이미지 뷰어 시스템에 저장되는 기존 경로와 더불어

선량관리시스템의 에이전트로도 동시 전송되도록 설계하였다. 검사 장비에서 두 개의 경로로 파일 출력이 불가능한 경우에는 이미지 뷰어 시스템, 즉 의료영상 전송시스템(picture archiving and communication system, PACS)에서 시스템 에이전트로 출력하도록 설계하였다(Fig. 4).

에이전트를 통해 서버로 전송된 선량정보를 분석하여 각각의 검사 코드에 대해 진단참고수준을 제시할

검사 종류		저방명 대분류	저방명 소분류	일련번호	연령대	
I	구내	1 Bitewing	0 -	임의의 일련번호	A	Adult
		2 Periapical view				
		3 Tube-shift				
		4 Occlusal				
P	파노라마	1 일반 모드	0 -	임의의 일련번호	C	Child
		2 특수 모드				
C	콘빔CT	1 대면적 (~15x15 cm)	1 Facial, TMJ, 2 Maxilla 3 Mandible 4 Panoramic, Jaw 5 Implant 6 Tooth, Endo	임의의 일련번호	C	Child
		2 중면적 (~10x10 cm)				
		3 소면적 (~5x5 cm)				

Figure. 3. 피폭선량을 고려한 방사선검사 분류를 위한 코드 체계

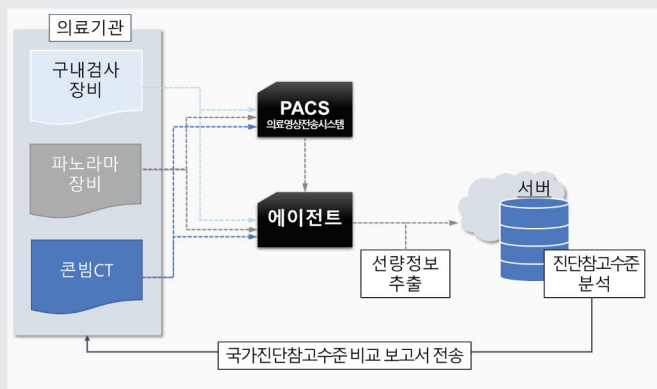


Figure. 4. 선량모니터링시스템 디자인 설계의 모식도

수 있도록 하였다. 분석된 자료를 기반으로 개별 기관에 해당 검사에 대한 국가진단참고수준과 해당 의료기관에 대한 비교표 및 그래프를 발송하여, 의료기관 스스로 선량 최적화를 시행할 수 있도록 하였다.

III. 연구결과 및 고찰

의료방사선은 전리방사선(ionizing radiation)을 환자 건강상의 유익한 목적을 위해 활용하는 것으로 그 중요성과 활용 범위가 점차적으로 증대되고 있다. 특히 치과 분야에서 방사선 피폭은 다수의 인구에 광범위하게 영향을 미치고 있으며, 90년대에 들어 콘빔CT의 도입으로 인해 방사선 피폭량 증가의 주요한 요인이 되고 있다. 의료 방사선 저감화를 위해 방사선 검사의 적정성 확보 연구 등 다방면의 노력이 이루어지고 있는데, 이중 하나가 진단참고수준의 도입이다. 본 연구에서는 치과방사선검사의 국가 선량 관리에 있어 자동선량수집체계 수립의 가능성에 대해 살펴보았다.

본 연구에서 제시하고 있는 국가진단참고수준 분석 시스템은 치과병의원에서 사용하는 각종 방사선 장치와 연동하여 피폭선량 정보를 수집할 수 있도록 구성하였다. 기본적으로는 DICOM 규약에 따라 선량을 출력하고 있는 장비의 경우 시스템에서 정보를 수집할 수 있도록 구현하였다. 이와 같은 시스템의 고도화 및 확산을 통해 치과분야 개별병원 선량관리시스템과 더불어 치과분야 국가진단참고수준 설정을 위한 자동화 플랫폼 구축이 가능하다고 여겨진다.

치과방사선검사 선량관리체계를 마련함에 있어, 치과방사선검사에 특이적인 한계점에 대해 파악할 수 있었다. 의과 분야와 달리 치과에서 사용되는 장비는 각각의 기종이나 제조사에 따라 아직까지 국제표준인 DICOM 규약을 따르지 않는 경우가 많아 장비 수준에서 아예 선량정보를 출력하지 않는 경우가 빈번하였

다. 특히 콘빔CT의 경우 기존의 치과방사선영상검사보다도 높은 피폭량을 발생하는 장비로서 엄격한 관리의 대상이 되어야 함에도 불구하고 선량정보를 출력하지 않는 장비가 70% 수준에 이른다는 것은 큰 문제점으로 생각된다.

현재 국내에서 사용되는 대다수의 장비가 국산 제조사 제품인 점을 고려한다면, 향후 국내 제조사에 대한 지속적인 개도와 홍보만으로도 상당수의 치과분야 장치가 국제표준규격을 준수할 수 있을 것으로 생각된다. 추가적으로 치과 장비 인허가, 설치 및 검사 시 선량표기 여부 검수 강화에 대한 제도적 보완을 통해 치과장비 선량 관리의 토대를 마련하는 것이 필요하다고 생각된다. 또한 구내영상검사장비의 경우 검출기와 X선 관구가 별개의 조합으로 구성되어 사용되는 경우가 빈번하며, 이러한 경우 어떠한 DICOM 정보도 표시되지 않고 있었다. 물론 구내방사선검사의 경우 상당히 낮은 선량으로 시행되는 검사로서 콘빔CT에 비해 피폭에 대한 우려가 적지만, 향후 지속적인 안내와 홍보를 통해 DICOM 규격의 중요성을 알리는 것이 중요하겠다.

국가 선량관리 시스템은 개별 병원의 방사선검사 진단참고수준값과 비교할 수 있는 국가단위의 진단참고수준을 제시하는 역할을 한다. 이에 본 연구에서 구축된 치과분야 영상검사 국가선량관리시스템에 대해 사용자, 전문가, 제조사 모두의 의견 수렴을 통해 추후 시스템의 고도화 및 확산이 필요할 것으로 생각된다. 또한 시스템의 확산과 효과적인 적용을 위해 국가적 차원의 정책적 지원이 필수적일 것이다. 시스템의 확산을 통한 치과병·의원의 자율적인 참여를 도모하고 인식을 개선하기 위해서는 선량관리에 대한 지속적인 홍보와 국가 인증제도, 안전관리검사 및 방사선책임자관리교육 기한의 연장 등 제도적인 보상이 필요할 것으로 생각된다. 더불어 치과의사, 방사선사, 치과위생사 등 실질적인 사용자의 인식 개선을 통한 자율적 참여가 지속적으로 독려되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서 제시한 치과분야 국가선량관리시스템은 구내촬영, 파노라마촬영, 콘빔CT의 진단참고수준 확립을 위한 플랫폼의 기초 자료로 활용될 수 있다. 개발된 시스템의 추가적인 고도화 작업과 홍보, 확산을 통해 치과영상검사의 실제 환자 피폭선량에 기반한 보다 정밀한 국가선량권고수준을 제시할 수 있을 것이

다. 국가진단참고수준의 제시를 통해 사용자 스스로 방사선 최적화를 시행할 수 있을 뿐 아니라 국가 단위의 의료방사선 관리 정책에도 참조할 수 있을 것으로 기대된다. 무엇보다도 치과분야에서 지속적인 선량관리를 위해서는 사용자, 제조사 및 국가 차원에서 치과 의료장비가 의료영상표준을 따를 수 있도록 적극적인 노력이 필요하겠다.

참 고 문 헌

1. 김민정, 도경현, 김광표, 황재연, 최하진, & 김수경. (2016). 환자의 진단방사선 피폭선량 관리 체계 및 방안 구축 연구. 한국보건의료연구원 연구결과보고서, 1(1), 1-129.
2. Nationwide Evaluation of X-Ray Trends (NEXT). FDA web page. Accessed at: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/radiation-safety/nationwide-evaluation-x-ray-trends-next>.
3. National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 13 October 2022. GOV.UK web site. Accessed at: <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>.
4. National Diagnostic Reference Levels in Japan (2020). Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME). Accessed at: http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRL2020_Engver.pdf.
5. 의료방사선시리즈 No.18 진단참고수준 가이드라인 치과촬영 (구내, 파노라마, CBCT) (2019) 보건복지부 질병관리본부.
6. 김정수, 권순무, 조평근, 윤상욱, 김정훈, 길종원, & 이병영. (2022). 전산화단층촬영 (CT) 검사의 환자선량관리시스템 기획. 주간 건강과 질병, 15(16), 1057-1068.
7. Brasil, D. M., Merken, K., Binst, J., Bosmans, H., Haiter-Neto, F., & Jacobs, R. (2023). Monitoring cone-beam CT radiation dose levels in a University Hospital. Dentomaxillofacial Radiology, 52(3), 20220213.
8. 요양기관 종별 의료장비 현황 (2021) 보건 의료빅데이터 개방시스템, 건강보험심사평가원.
9. Ludlow, J. B., Timothy, R., Walker, C., Hunter, R., Benavides, E., Samuelson, D. B., & Scheske, M. J. (2015). Effective dose of dental CBCT—a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. Dentomaxillofacial Radiology, 44(1), 20140197.