

Introduction of a New Skeletal Imaging Instrument: The Low Radiating-Dose EOS System

Sang Bum Kim, M.D., Youn Moo Heo, M.D., Jin Woong Yi, M.D., Byoung Hak Oh, M.D.,
Gi Soo Lee, M.D., Sang Jin Jeong, M.D., Tae Gyun Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2018 Jun;25(2):74-80.

Originally published online June 30, 2018;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2018.25.2.74>

Korean Society of Spine Surgery

Asan Medical Center 88, Olympic-ro 43 Gil, Songpa-gu, Seoul, 05505, Korea

Tel: +82-2-483-3413 Fax: +82-2-483-3414

©Copyright 2017 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOLx.php?id=10.4184/jkss.2018.25.2.74>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction of a New Skeletal Imaging Instrument: The Low Radiating-Dose EOS System

Sang Bum Kim, M.D., Youn Moo Heo, M.D., Jin Woong Yi, M.D., Byoung Hak Oh, M.D.,
Gi Soo Lee, M.D., Sang Jin Jeong, M.D., Tae Gyun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Konyang University College of Medicine, Daejeon, Korea

Study Design: Literature review.

Objective: The aim of this article is to introduce the EOS imaging device, with a focus on spinal and pelvic alignment.

Summary of Literature Review: The EOS imaging device can obtain images of spinal and pelvic alignment with almost no distortion, using a low radiation dose.

Materials and Methods: We searched for studies related to the use of EOS imaging device for spinal and pelvic alignment.

Results: The EOS is not only capable of simultaneously obtaining paired anteroposterior and lateral X-ray images with a low radiation dose, but also can reconstruct the image as if it was acquired in the patient's reference plane, limiting the distortion to the patient's thickness instead of the whole distance between the source and detector. The EOS device also has the advantage of accurately measuring the sagittal alignment of the spine and pelvis and the torsional deformity of the lower limbs, as the subject can be imaged while standing upright in a weight-bearing posture.

Conclusions: EOS is a new diagnostic technique that can detect spinal and pelvic alignment and deformities of the lower limbs under weight-bearing conditions with a low radiation dose.

Key words: Spine, Pelvis, Lower limb, Diagnostic technology, Radiation device

서론

EOS 영상 장치는 척추, 골반 및 하지 골격의 정렬을 체중 부하한 상태에서 촬영하는 영상 검사로 국내에서는 본원에 처음 도입되었기에 소개하고자 한다.

본론

1. EOS 역사 및 소개

EOS (Biospace Imaging, Paris, France)는 체중부하를 한 상태에서 환자의 골격계 전후방 및 측면을 한번에 촬영하는 기기로 2002년에 프랑스에서 개발되었다. 광자의 흐름을 증폭시키는 Chamber를 이용하여 저선량 엑스레이(Low dose x-ray)로 고 해상도의 이미지를 얻을 수 있으며 전후방 및 측면 전체 골격부위를 1:1 비율로 촬영할 수 있고 3D 기술을 통해서 골격 변형을 삼차원적으로 구현할 수 있다. EOS는 넓이가 2 m² 높이는 2.7 m로 구성된 직육면체 모양의 open cage 장치이다(Fig. 1). 장치에는 X-ray 튜브와 감지기가 90도 각도로 설치되어 있어 전후방 및 측면을 동시에 촬영할 수 있고 장치 안쪽에

는 환자가 촬영시 움직이지 않도록 머리 고정 장치 및 안전 바가 설치되어 있다(Fig. 2). EOS 장치 옆에는 엑스레이 보호가 되는 별도 workstation이 있어서 촬영된 영상은 EOS 소프트웨어(software)를 이용해서 길이 및 각도를 잴 수 있고 3D image를 구현 할 수 있다(Fig. 3).

Received: August 6, 2017

Revised: January 25, 2018

Accepted: June 2, 2018

Published Online: June 30, 2018

Corresponding author: Tae Gyun Kim, M.D.

ORCID ID: Sang Bum Kim: <https://orcid.org/0000-0002-7497-9077>

Youn Moo Heo: <https://orcid.org/0000-0002-8739-2224>

Jin Woong Yi: <https://orcid.org/0000-0003-1541-8357>

Byoung Hak Oh: <https://orcid.org/0000-0001-9921-5973>

Gi Soo Lee: <https://orcid.org/0000-0002-4085-5674>

Hyung Jun Cho: <https://orcid.org/0000-0002-3258-9943>

Tae Gyun Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1073-4211>

Department of Orthopaedic Surgery, Konyang University Hospital,
158, Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon, 36365, Korea

TEL: +82-42-600-6903, **FAX:** +82-82-42-545-2373

E-mail: ktk1113@kyuh.ac.kr



Fig 1. EOS is an open rectangular cage that is 2 m wide and 2.7 m tall.



Fig 2. An X-ray tube and a sensor installed at a 90° angle, taking images from all sides at the same time, and a safety bar and a device fixing the patient's head in place while the image is obtained.



Fig 3. A separated EOS station protected from the X-ray. The length and angles of the obtained images are measured and reproduced as 3-dimensional images by the EOS software at this station.

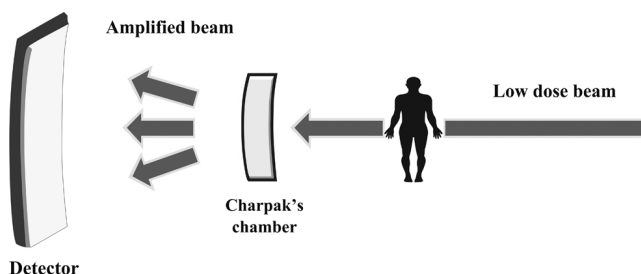


Fig 4. Diagrammatic representation of the amplification of the low-dose primary X-ray beam through the Charpak chamber.

2. EOS 기기의 장점

1) 저선량 엑스레이

1992년에 Georges Charpak 교수는 multiwire proportional chamber를 이용한 기체 입자 탐지기를 발명해 노벨상을 받았고 EOS는 이 기술을 이용하여 개발되었다.¹⁾ EOS에서 저선량 엑스레이 빔(beam)이 피사체를 통과한 후 Charpak's chamber를 통과하게 되면 Chamber내에서 광자의 흐름이 증가되어 저선량 엑스레이를 증폭시킨다. 증폭된 엑스레이는 탐지기(detector)가 감지하고 이를 통해 고 해상도 이미지를 얻을 수 있다(Fig. 4). EOS에서의 방사선 양은 일반 엑스레이 양과 비교했을 때 1/10 수준이고 3D CT와 비교했을 때는 1/100에서 1/1000 만큼 낮다. 피부에 직접적으로 닿는 방사선 양은 일반 엑스레이와 비교했을 때 EOS 장치가 6~9배 더 낮은 것으로 보고된 바 있다.¹⁾ EOS는 2002년 프랑스에서 소아 척추측만증 환자를 시작으로 임상적으로 적용되었는데 방사선에 취약한 소아 환자의 경우 선천성 근골격계 질환의 진단 및 치료에 있어 EOS가 도움이 될 것으로 사료된다.



Fig 5. EOS scans the patient's anteroposterior and lateral sides simultaneously while the patient has both hands placed on the maxillary sinus under the eyes and has paused after inhaling in a weight-bearing position.

2) 체중 부하 상태에서의 1:1 주사

근골격계의 전후면 및 측면 정렬을 분석할 때 피할 수 없는 것이 오차이다. 특히, 척추 전장에 대한 방사선학적 계측은 다양한 원인의 오차가 있다.²⁾ 구체적으로 방사선 촬영 시 환자가 자세를 취할 때 발생하는 오류와 일정한 자세를 서로 다른 환자에서 취하게 할 때 발생하는 오류가 있다. 오차를 줄이기 위해서는 일관된 환자의 촬영 자세가 중요한데, 양팔을 끌어안은 자세(Cross-arm position)가 평상시 서있는 자세와 가장 유사한 기능적인 시상면 정렬을 구현할 수 있는 자세라고 보고한 바 있다.^{3,4)} 하지만 일반 촬영 시 광원과 환자, 상이 맺히는 감지기 사이의 거리에서 발생하는 상의 확대됨으로 인한 수치의 오차는 피할 수 없다.

EOS는 환자가 체중부하를 한 상태에서 양쪽 손을 눈 아래 상악동에 대고 숨을 들이쉬고 멈춘 자세에서 촬영을 하게 된다. 촬영은 환자의 전후면 및 측면을 동시에 하고, 10~25초면 몸 전장을 촬영 할 수 있다(Fig. 5). 짧은 시간에 한번의 촬영으로 환자의 전후면 및 측면 전장을 촬영 할 수 있기 때문에 일반 촬영 시 환자의 자세 변화에서 오는 오류를 줄일 수 있고 엑스레

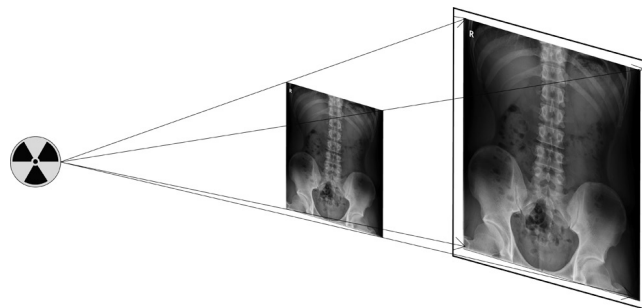


Fig 6. Distortion caused by the conical projection from the center to the edges of the radiograph, increasing the scale of error for structures farther from the central region.

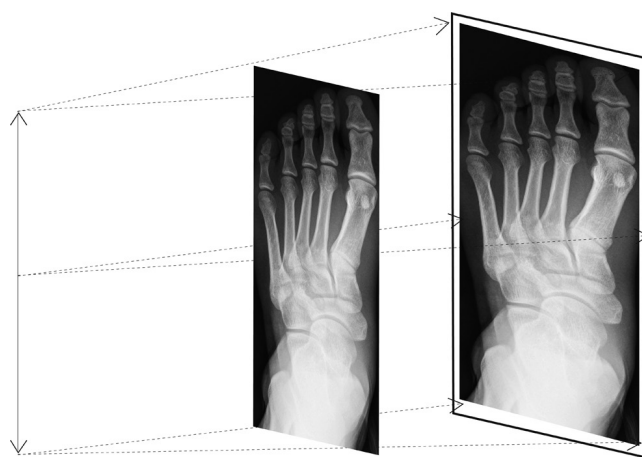


Fig 7. The cylindrical projection image corrected by the system's visualization interface, which limits distortion regardless of the patient's thickness and the distance between the object and the detector.

이와 환자 그리고 감지기 사이의 거리에서 발생하는 상의 확대됨을 최소화 할 수 있는 장점이 있다(Fig. 6, 7). 또한 일반 엑스레이에서 체중부하 상태의 몸 전장을 촬영 할 시 상체 부분과 하체 부분을 따로따로 촬영 한 후 나중에 하나로 합치는데 EOS는 이로 인한 오차를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

3) 3D 전신 영상

지금까지 척추 및 골반의 3차원적인 이미지 구성은 3차원 전산화 단층 촬영을 이용했다. 3차원 전산화 단층 촬영의 장점으로는 한번의 전산화 단층 촬영으로 축 방향의 단층 촬영상과 3차원 영상을 얻을 수 있고 이를 통해 수술 여부 결정 및 적합한 수술 접근법에 대한 계획을 세울 수 있으며 수술 후에도 척추 나사못의 위치 파악 및 골절 부분의 정복 정도를 자세히 파악할 수 있는 장점이 있다. 하지만 3차원 전산화 단층 촬영 시 환자에게 많은 양의 방사선이 노출 될 뿐만 아니라 누워서 촬영해야 하기 때문에 환자가 체중 부하 한 상태에서 촬영한 것과는 시상



Fig 8. When a landmark is indicated on 2-dimensional images of the anteroposterior and lateral planes of the spine, the EOS imaging system provides various measures.

면 상에 있어 오차가 있을 수 있다. 또한 척추 변형의 수술 목적인 관상면 및 시상면 불균형 교정을 정확히 파악하려면 체중 부하 한 상태에서의 촬영이 필요하다.

EOS는 Ster-EOS 2D/3D software (EOS Imaging, Paris, France)를 이용해서 전후면 및 측면 EOS 2D 이미지를 흉추 및 요추부위의 3차원적인 이미지로 재구성을 할 수 있다.⁵⁾ 이 소프트웨어는 골격계 모형의 인식 및 통계를 바탕으로 한 알고리즘으로 구성되어 있다.^{6,7)} 3D 재구성을 하기 위해서는 이 소프트웨어를 잘 다룰 수 있는 숙련된 사람이 필요한데 척추와 골반 양하지의 landmark가 되는 곳을 화면 상에서 찍어주면 골격의 대략적인 그림이 workstation에서 반자동으로 윤곽이 잡히고 이를 이용해서 3차원 재구성을 한다. 이는 전용 소프트웨어 (sterEOS®, Biospace med, France)에 기록된 영상 해부학 디지털 모델을 기반으로 하며 3D 재구성된 이미지의 정확도는 CT 영상과 유사하다는 연구도 있으며 전체 척추를 3D 재구성시 시간이 15분 정도로 많이 걸린다는 단점이 있다.^{6,8-11)}

2. EOS 영상의 임상적 적용

1) 척추 계측치

EOS 기기가 가장 흔하고 유용하게 사용될 수 있는 부분은 척추 측만증 과 척추 및 골반의 시상면 균형이다. 환자들은 서서 EOS 촬영을 하기 때문에 체중부하 한 상태에서의 측만증의 정

도와 시상면상의 균형을 알 수 있고 엑스레이 촬영은 피사체와 기기의 거리만큼 확대되어 촬영 될 수 있는 반면에 EOS는 종축 그대로 스캔을 하기 때문에 상이 확대되어 찍히는 것을 최소화 할 수 있다. Somoskeoy 등¹²⁾은 201명의 환자들을 대상으로 2D 측정과 EOS 3D 재구성을 이용한 측정값들의 신뢰도를 평가한 바 있는데 Cobb angle, 흉추 후만 및 요추 전만 값에서 2D 측정에 비해 매우 높은 관찰자내 신뢰도를 보였다.

정면 및 측면 척추 2D 이미지에다가 landmark를 표시하면 EOS 영상 시스템(Imaging system)에서 다양한 측정값을 보여 준다(Fig. 8). EOS 영상 시스템에서 보여주는 2D 이미지는 일반 엑스레이보다 고 해상도 이미지기 때문에 경추 7번이나 흉추 1번 같이 겹쳐서 잘 보이지 않는 부분도 x-ray 보다 정확하게 측정할 수 있고 EOS 영상 시스템 자체에서 비구 및 고관절 골두와 같이 겹쳐 보이는 부분에 대해서는 전면 및 측면에서 landmark를 그릴 시 겹쳐서 명확하게 알 수 없는 부분에 대한 보정력이 있다. 이는 척추 및 골반의 시상면상 균형에 대해서 좀 더 정확하게 접근 할 수 있는 방법으로 생각된다.

EOS가 처음 의료에서 임상적으로 적용되었던 부분이 아이들에 있어 척추 측만이었다. EOS 영상 시스템은 청소년기 척추 측만증에 대해서도 3D 재구성을 통해서 정면 및 시상면, 측방향에서의 각각의 척추 위치 정보를 제공하고 이 세가지 계측으로부터 척추의 방향성을 벡터로 보여준다.

2) 골반 계측치

시상면 균형에서 최근 골반 인자의 중요성이 강조되고 있고 많은 저자들이 척추에 대한 변형 교정술 및 퇴행성 요추 질환에 대한 수술 예후에 골반 인자가 밀접한 관련이 있다고 발표하고 있다.¹³⁻²⁰⁾ 골반은 척추와 양하지를 연결시켜주는 골격 계의 한 부분으로 척추 및 하지의 정렬에 영향을 미칠 수 있고 골반시상면 균형에 있어 중요한 부분은 천골 고평부(sacral plateau) 및 고관절의 대퇴 골두이다. 골반에서 시상면상 계측하는 인자로는 천골 경사(sacral slope) 및 골반 입사각(pelvic incidence), 골반 경사(pelvic tilt)가 있는데 천골 경사는 시상면상에서 천골 고평부에 평행 한 선과, 지평면에 평행한 선간의 각도이며 이는 천골의 기울기를 의미한다. 골반 입사각(PI)은 기립 측면 방사선 사진에서 천골 고평부의 중심에서 종판면(endplate)에 수직인 선을 긋고 대퇴 골두 중심을 향한 선을 그었을 때 그 사이의 각도를 나타내며 골반 경사는 대퇴 골두의 중심에서 천골 고평부 중심을 향해 그은 선과 지평면 수선 사이의 각도를 의미한다.

천골 경사를 제외하고 골반 입사각 및 골반 경사를 측정할 시에 중요한 점이 대퇴 골두 중심을 정확하게 측정하는 것이다. 시상면상 골반 사진에서는 일반 엑스레이 촬영을 하거나 EOS를 이용해서 촬영을 하더라도 고관절부가 서로 겹치기 때문에

정확하게 대퇴골두를 잡기가 어렵기 때문이다. 하지만 EOS 영상 시스템에서는 전면 및 측면을 한번에 촬영할 뿐만 아니라 이미지를 가지고 EOS 소프트웨어를 이용해서 landmark를 지정 해주면 알아서 보정하여 대퇴골두 중심을 잡아주는 기능이 있어 사람이 눈으로 그리는 것 보다 정확한 측정을 할 수 있다.

3) 하지 계측치

EOS는 체중 부하한 상태에서 양 하지의 전 측면을 동시에 촬영 한다. EOS 촬영 시 환자는 한쪽 다리를 앞으로 다른 다리를 뒤로해서 촬영하는데 이는 하지의 양측 대퇴 과가 겹치게 되면 측정자가 경계를 그리기 어렵기 때문이며 전면 사진에서의 대퇴 과 높이 차이 및 측면 사진에서의 대퇴 과 크기를 이용해서 경계를 그릴 수 있지만 숙련된 사람이 하지 않으면 측정 시 어려움을 겪을 수 있고 측정 값의 오차도 생길 수 있다.

측정자가 대퇴골두, 대퇴과, 무릎 및 발목 중심등의 경계를 표시하면 EOS workstation system이 이를 이용해서 하지의 기계적 축(mechanical axis), 해부학적 축(anatomical axis), 길이(length)를 표시하고 대퇴골 두의 크기, Femoral offset, 대퇴 경부 길이(Femur neck length), 경간각(Neck shaft angle)도 측정할 수 있다. 또한 무릎에서 외반각(valgus angle), 내반각(varus angle) 및 시상면상에서 무릎의 굴곡 각(flexion angle), 신전 각(extension angle), 대퇴, 경골의 비틀림(Femoral, tibial torsion)도 알 수 있다.

Guenoun 등²¹⁾은 EOS 2D 엑스레이 및 EOS 3D 재구성으로 측정한 양하지 계측값에 대해서 신뢰도 연구를 한 바 있는데 두 계측값 모두 높은 관찰자 내, 관찰자간 신뢰도를 보인다고 보고한 바 있으며, 고관절 인공관절 치환술에서 비구 컵 기울기(acetabular cup inclination)과 전경(anteversion)도 일어서서 및 앉은 자세에서 측정할 수 있다고 보고한 바 있지만 삽입물(prosthesis)의 axial position은 확인 할 수 없다고 하였다.

대퇴골과 경골의 회전 정도를 EOS 영상과 CT로 비교한 논문도 있는데 두 기기 모두 높은 관찰자 내 재현성을 보인다고 하였으며 연구자들은 EOS 영상이 대퇴골 및 경골 회전 정도를 평가하는데 있어 CT를 대신할 수 있다고 하였다.²²⁾

3. EOS 단점

앞에서 언급한 바와 같이 EOS는 척추 및 골반, 양하지의 길이, 각도, 회전 정도에 대해서 평가할 수 있을 뿐만 아니라 저선량, 체중부하 상태에서의 측정 등 많은 장점이 있지만 다음과 같은 한계점들도 있다.

EOS는 workstation의 소프트웨어 자체에서 계측자가 측정 시 전면 및 측면 보정을 하는 기능이 있지만 계측자의 숙련 정도에 따라 수치의 오차 발생 가능성은 있다.

EOS는 주로 골격계에 대한 영상 기기이지 근육이나, 척수, 신경 등 연부 조직에 대해서는 정보를 주지 못한다.

슬개골이나 늑골, 척추의 선천성 기형에 대해서는 3D 구성을 할 수 없다.⁶⁾

잠시동안 한 자세로 있지 못하는 노인 환자분이나 신경학적 손상이 있는 환자일 경우 촬영하기가 어려울 뿐만 아니라 반복적인 촬영을 할 시에 방사선량이 증가 할 수 있다.

CT와 같이 축 방향의 단층면을 확인 할 수 없다.

결론

EOS 기기는 척추 및 골반 양하지를 체중부하 한 상태에서 저선량으로 전후방 및 측면을 동시에 촬영할 수 있는 새로운 기기이다. 저 선량으로 측정할 수 있어 아이들에게 널리 활용될 수 있을 뿐만 아니라 골격 계의 시상면상 정렬 및 균형을 연구하는데 있어 폭넓게 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

문헌검색 방법

본 연구는 MEDLINE, 학술지 원문 및 관련 자료를 이용하기 위하여 미국국립의학도서관에서 제공하는 PubMed를 이용하여, 관련 자료를 인용하였다.

이해관계

저자는 이 논문과 관련한 이해관계가 없음을 밝힌다.

REFERENCES

1. Deschenes S, Charron G, Beaudoin G, et al. Diagnostic imaging of spinal deformities: reducing patients radiation dose with a new slot-scanning X-ray imager. *Spine*. 2010 Apr 20;35(9):989-94. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181bdcaa4.
2. Escott BG, Ravi B, Weathermon AC, et al. EOS Low-Dose Radiography: A Reliable and Accurate Upright Assessment of Lower-Limb Lengths. *J Bone Joint Surg Am*. 2013 Dec 4;95(23):E831-7. DOI: 10.2106/jbjs.l.00989.
3. Gurney B. Leg length discrepancy. *Gait posture* 2002 Apr;15(2):195-206. DOI: 10.1016/s0966-6362(01)00148-5.
4. Guichet JM, Spivak JM, Trouilloud P, et al. Lower limb-length discrepancy. An epidemiologic study. *Clin Orthop Relat Res*. 1991 Nov;272:235-41. DOI:

- 10.1097/00003086-199111000-00035.
5. Melhem E, Assi A, Rachkidi RE, et al. EOS biplanar X-ray imaging: concept, developments, benefits, and limitations. *J Child Orthop*. 2016 Feb 16;10(1):1–14. DOI: 10.1007/s11832-016-0713-0.
 6. Humbert L, De Guise JA, Aubert B, et al. 3D reconstruction of the spine from biplanar X-rays using parametric models based on transversal and longitudinal inferences. *Med Eng Phys*. 2009 Jul;31(6):681–7. DOI: 10.1016/j.medengphy.2009.01.003.
 7. Chaibi Y, Cresson T, Aubert B, et al. Fast 3D reconstruction of the lower limb using a parametric model and statistical inferences and clinical measurements calculation from biplanar X-rays. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2012 May;15(5):457–66. DOI: 10.1080/10255842.2010.540758.
 8. Laporte S, Skalli W, De Guise JA, et al. A biplanar reconstruction method based on 2D and 3D contours: application to the distal femur. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2003 Feb;6(1):1–6. DOI: 10.1080/1025584031000065956.
 9. Le Bras A, Laporte S, Mitton D, et al. Three-Dimensional (3D) detailed reconstruction of human vertebrae from low-dose digital stereoradiography. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2003 Jun;13(2):57–62. DOI: 10.1007/s00590-003-0074-5.
 10. Mitton D, Zhao K, Bertrand S, et al. 3D reconstruction of the ribs from lateral and frontal X-rays in comparison to 3D CT-scan reconstruction. *J Biomech*. 2008;41(3):706–10. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2007.09.034.
 11. Rousseau M-A, Laporte S, Chavary E, et al. Reproducibility of measuring the shape and three-dimensional position of cervical vertebrae in upright position using the EOS stereoradiography system. *Spine*. 2007 Nov;32(23):2569–72. DOI: 10.1097/brs.0b013e318158cba2.
 12. Somoskeo S, Tunyogi-Csapo M, Bogyo C, et al. Accuracy and reliability of coronal and sagittal spinal curvature data based on patient-specific three-dimensional models created by the EOS 2D/3D imaging system. *Spine J*. 2012 Nov;22(11):1052–9. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.10.002.
 13. Lin B, Zhang WB, Cai TY, et al. Analysis of sagittal balance using spinopelvic parameters in ankylosing spondylitis patients treated with vertebral column decancellation surgery. *Acta Orthop Belg*. 2015 Sep;81(3):538–45. DOI: 10.1097/bsd.0b013e31829186c1.
 14. Jiang L, Qiu Y, Xu L, et al. Sagittal spinopelvic alignment in adolescents associated with Scheuermann's kyphosis: a comparison with normal population. *Eur Spine J*. 2014 Mar 18;23(7):1420–6. DOI: 10.1007/s00586-014-3266-2.
 15. Dong YL, Zhao H, Zhang JG, et al. Effects of pedicle subtraction osteotomy on spino-pelvic parameters of ankylosing spondylitis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2013;93:1138–41. DOI: doi.org/10.1007/s00586-009-1158-7.
 16. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J*. 2011 Sep;20(5 Suppl):609–18. DOI: 10.1007/s00586-011-1928-x.
 17. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. *Spine*. 2009 Apr 15;34:785–91. DOI: 10.1097/brs.0b013e31819d0c86.
 18. Bourghli A, Aunoble S, Reebye O, et al. Correlation of clinical outcome and spinopelvic sagittal alignment after surgical treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2011 Aug 2;20(5 Suppl):663–8. DOI: 10.1007/s00586-011-1934-z.
 19. Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine*. 2009 Aug;34(17):1828–33. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181a13c08.
 20. Guenoun B, Zedegan F, Aim F, et al. Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012 Sep;98(5):506–13. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.03.014.
 21. Lazenac JY, Rousseau MA, Rangel A, et al. Orientations du pelvis et de la piece acetabulaire des protheses totales de hanche en position assise et debout: reproductibilite des mesures suivant le systeme radiographique utilise. EOS ou conventionnel. *Rev Chir Orthop* 2011 Jun;97(4):375–83. DOI: 10.1016/j.rcot.2011.03.036.
 22. Folinais D, Thelen P, Delin C, et al. Measuring femoral and rotational alignment: EOS system versus computed tomography. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013 Sep;99(5):509–16. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.12.023.

새로운 골격계 영상 장치 소개: 저선량 EOS 시스템

김상범 · 허윤무 · 이진웅 · 오병학 · 이기수 · 정상진 · 김태균

건양대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 문헌 조사

목적: 이 연구의 목적은 척추, 골반 및 하지 정렬에 대한 EOS 영상 장치 소개를 하고자 함에 있다.

선행 연구문헌의 요약: EOS 영상 장치는 저선량의 방사선을 이용하여 왜곡없이 척추, 골반 및 하지 정렬 영상을 얻을 수 있다.

대상 및 방법: 척추, 골반 및 하지 정렬에 대한 EOS 영상 장치와 관련한 연구를 조사하였다.

결과: EOS는 저선량으로 전후 그리고 측방 영상을 동시에 얻을 수 있을 뿐만 아니라 기준면에 따라 영상을 재구성하고, 물체와 탐지기 사이의 전체 거리에 대한 왜곡을 최소화한다. 또한 EOS 장치는 체중 부하 자세로 똑바로 서있는 동안 척추와 골반의 시상면과 하지의 뒤틀린 변형을 정확하게 측정할 수 있는 장점이 있다.

결론: EOS는 저선량으로 체중 부하 상태에서 척추와 골반의 정렬과 체중 부하 상태에서 하지의 변형을 알 수 있는 새로운 진단 기술이다.

색인 단어: 척추, 골반, 하지, 진단 기술, 방사선장치

약칭 제목: 이오에스 영상 시스템: 척추, 골반 및 하지

접수일: 2017년 8월 6일

수정일: 2018년 1월 25일

게재확정일: 2018년 6월 2일

교신저자: 김태균

대전광역시 서구 관저동로 158 건양대학교병원 정형외과학교실

TEL: 042-600-6903

FAX: 042-545-2373

E-mail: ktk1113@kyuh.ac.kr