

척추경 나사못 고정술 시행 후 3차원 재구성CT영상의 유용성 평가

김현주*, 장현철**, 조재환***

요 약

본 연구는 척추경 나사못 고정술을 시행한 환자를 대상으로 고정술 전, 후 전산화 단층촬영 영상의 원 자료(raw data)를 이용하여 다양한 재구성 기법을 적용하여 나사못의 정확한 위치파악과 수술의 정확도 등 다양한 정보를 알아보려 하였다. 임상에서 주로 이용 하는 재구성기법인 다평면재구성(MPR), 최대강도투영(MIP), 체적표사기법(VRT)과 변형 체적표사기법(modifying VRT)을 적용하여 영상 데이터를 각 각 정량적 방법과 정성적 방법으로 비교 분석하였다. 재구성 영상의 분석 및 평가결과 전산화 단층촬영 영상재구성 기법 중 척추경 나사못 고정술 후 나사의 정확한 위치파악과 금속에 의한 인공음영을 최소화 시키는데 가장 유용한 재구성 기법으로는 변형 체적표사기법으로 사료된다.

Evaluation on usefulness of three dimensional reconstructive computed tomography images after pedicle screws fixation

Hyeon-Ju Kim*, Hyun-Chul Jang**, Jae-Hwan Cho***

ABSTRACT

By applying the various reformation techniques by using a circle raw data of after computed tomography image in the patient enforcing the spine screw fixation, this research tried to look into the various information including the exact location of the position of the screw spike and accuracy of an operation. In a clinical, by applying the or multi planar reformatting(MPR), that is the re-composition technique used mainly, maximum intensity projection (MIP), and volume rendering technique(VRT) and transformation removal from a register modifying VRT, video data were compared and were analyzed by the quantitative method and qualitative method. It is judged as the transformation volume rendering technique of the re-composition technique which is most useful in minimizing the artifact shadow by the exact location of the position of a screw and metal among the analysis and evaluation result computed tomography image reformation technique of the reformation image after the spine screw fixation.

Key Words : MPR, MIP, VRT, Modifying-VRT, CT values, Opacity, Reformation

1. 서 론

1960년대에 척추를 강력하게 고정할 수 있는 척추경 나사못이 개발된 이후로는 척추 유합술이 필요한 경우대부분 척추경 나사못 고정술이 유합술과 병행되었으며, 척추관 협착증이나 척추 전방 전위증 등의 질환도 예외는 아니어서 광범위한 감압술 후 또는 척추분절 불안정성을 치료하기 위하여 감압술 및 유합술을 시행하면 척추경 나사못 고정술을 병행하는 것이 일반적인 치료방식으로 정착되었다.^[1,2] 이러한 다양한 척추의 불안정성 질환에 대하여 금속을 이용한 내고정술이 보편화되었고, 이에 사용되는 금속으로는

※ 제일저자(First Author) : 김현주
접수일:2010년 11월 24일, 수정일:2010년 12월 29일,
완료일:2010년 12월 30일
* 순천향대학교 부천병원 영상의학과
gidoong75@naver.com
** 순천향대학교 부천병원 영상의학과
*** 경산1대학 방사선학과 교수

스테인리스강이 주를 이루어 왔으며, 수년 전 부터 스테인리스강 대신에 티타늄 합금의 이용이 증가하고 있다. 이는 티타늄합금이 스테인리스강에 비해 CT검사에서 인공물을 적게 유발된다는 것은 유수의 논문과 실험을 통하여 알 수 있었으며 특히, 수술 후 추적 검사가 용이하다는 점 역시 이미 알고 있는 사실이다. 하지만, 다양한 연구에도 불구하고 티타늄 역시 금속물이라는 한계점 때문에 금속에 의한 고밀도 인공물은 완벽히 소거시키는 것은 현실적으로 어려운 실정이다.

전산화 단층 촬영 영상의 3차원의 시각화를 위해 가장 널리 사용되는 후처리(post processing) 알고리즘은 surface rendering 과 volume rendering 이다. 이러한 3차원 영상들은 로딩 속도가 빠르고, 해부학적 묘사능력에 있어서는 우수하지만 역치값 설정의 변화에 매우 민감하고, 노이즈 등의 영향으로 자칫 실제보다 왜곡된 영상으로 나타날 수 있다는 단점을 갖고 있다.^[3,4]

전산화 단층 촬영 영상에서 고밀도 인공물이 발생하는 것은 주로 투사 데이터의 손실(missing projection data)에 의한다. 현재까지 연구된 금속성 인공 음영을 감소시키기 위한 알고리즘으로는 선형보간을 이용한 역투사법(filtered back projection with linear interpolation), 반복적 선예화(iterative deblurring), 웨이블릿(wavelet) 기법 등^[5,6,7,8,9,10] 이 있으며, 이들은 전산화 단층 촬영기 자체에 내장된 워크스테이션에 raw data를 이용하여 영상을 재구성하는 과정에서 작동하는 방법들이다. 이러한 재구성 기술은 전산화 단층 촬영기 자체를 구입하여 한다. 또한 비교적 우수한 결과가 보고되고 있는 반복적 선예화의 경우 원시 데이터로부터 최종 영상을 재구성하는 데 걸리는 연산 시간이 길어서 적어도 현실적으로는 현실적인 사용이 힘들다는 문제점을 가지고 있다. 또한 이러한 방법들은 주로 선형 인공물(streak artifact)의 제거에 주안점을 두고 있어, 금속성 내고정물이나 삽입물의 인접 부위에 발생하는 인공 음영은 제거하지 못한다는 한계를 가지고 있다.^[11] 이러한 불가피한 여러 원인들을 모두 파악하여 보다 질 좋은 영상을 제공하여 정확한 진단에 일조를 하기 위해 많은 연구자들은 부단한 노력을 하였지만 결과적으로 인공물을 완벽히 제거 하지 못 하고 있다. 이에

저자는 현재 전산화 단층 촬영 후 이용되고 있는 다양한 후 처리 재구성방법을 비교하여 척추경 나사못 고정술 환자의 수술 후 추적검사 시 나사못의 정확한 위치파악과 수술의 정확도 등 다양한 정보를 확인할 수 있는 재구성방법을 알아보고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 연구 대상

2010년1월부터 2010년 6월까지 척추경 나사못 고정술을 시행 후 추적검사를 하기 위해 내원한 환자 중 요추 수술 환자 총30명을 대상으로 하였으며 연령은 41세 부터78세까지로 평균나이는 67.4세이고 정확한 평가를 위해 요추체 4번에서 5번에 척추경 나사못 고정술을 시행한 환자의 영상을 대상으로 하였다. 또한 체질량지수를 측정하여 정상 수치의 오차범위 안에 있는 환자들의 영상 데이터를 이용하였다. 영상 데이터는 정확성을 위해 동일한 장비 동일한 검사조건으로 얻은 전산화 단층 촬영 영상 데이터를 이용하였다.

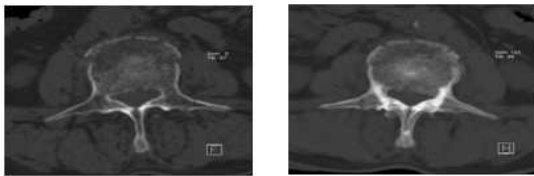
2.2 데이터 획득

Somatom Sensation 16(Siemens, Enlarge, Germany)인 전산화 단층촬영 장비를 이용하여 척추경 나사못 고정술을 시행 후 추적검사를 위해 내원한 환자의 영상 데이터를 이용하였으며 데이터는 요추부 CT검사 시 이용된 파라미터는 0.75mm 콜리메이터, 3mm의 절편두께, 0.75mm의 pitch로 설정되었으며, 관전압 120kVp와 유효 선량(effective mAs) 300으로 설정 선량조절(dose modulation)은 소프트웨어인 CAREdose 4D를 채택하고 요추부 CT검사 시 일반적으로 포함되는 부위로 5개 이상의 추간관이 모두 포함되고 각각의 횡단면 영상이 요추 어느 부위인지 알 수 있도록 검사 범위를 정하고 검사하여 얻은 전산화 단층 촬영 영상 데이터를 획득하여 이용하였으며 비교분석을 위해 수술 전과 후의 영상 데이터를 이용하였다.

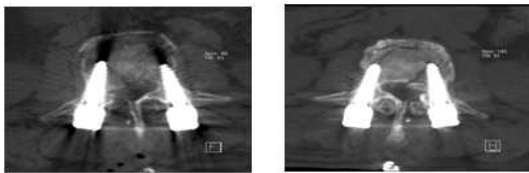
2.3 데이터 후처리

위의 검사 조건으로 획득된 데이터 중 0.75 mm raw data를 이용하여 전산화 단층 촬영 시행 후 임상에서 가장 많이 이용하고 있는 영상 재구성 방법 중 다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation), 최대강도 투영(MIP ; Maximum Intensity Projection), 체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique), 변형 체적묘사기법(Modify Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT)의 기법을 이용하였다.

다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation)은 임상에서 판독 시 가장 보편적으로 적용하여 재구성하는 간격(interval) 3 mm, 절편두께(thickness) 3 mm로 평면영상(axial)으로 수술 전, 후를 재구성 하였고(그림1), 최대강도 투영(MIP ; Maximum Intensity Projection)은 간격(interval) 1 mm, 절편두께(thickness) 10 mm로 수술 전, 후를 재구성 하였으며(그림1), (그림2)

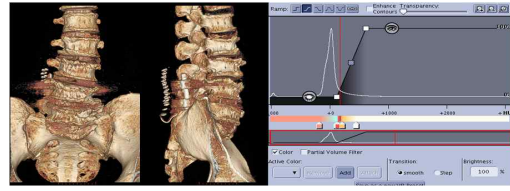


(그림1)수술 전 다평면 재구성 영상과 최대 강도투영 영상

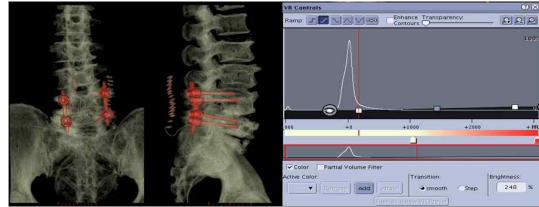


(그림2)수술 후 다평면 재구성 영상과 최대 강도투영 영상

체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique)(그림3), 변형 체적묘사기법(modifying Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT)(그림4)은 척추경 나사못 고정술 을 시행한 척추 위주로 뼈 세팅으로 문턱값 범위를 지정하여 투과도와 불투과도를 적절히 조절 후 색을 주어 입체적으로 묘사하였다. 재구성 영상은 GE AW4.4version을 이용하여 재구성 하였으며 재구성된 영상은 영상저장 및 전송체계(PACS; Piview STAR version 5.0 , INFINITT)에 전송하였다.



(그림3)체적묘사기법 재구성 영상 및 파라미터 조절창(Advanced VR control bar)



(그림4)변형 체적묘사기법 재구성 영상 및 파라미터 조절창(Advanced VR control bar)

2.4 영상평가

영상평가는 재구성 데이터의 특성에 따라 정량적 평가 와 정성적 평가로 하였다. 우선, 원시 자료를 이용하여 데이터 후처리를 적용한 영상 기법을 이용하여 각각의 재구성 영상에 해당되는 영상 평가법에 의해 평가하였다. 그 방법으로는 다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation)과 최대강도 투영(MIP ; Maximum Intensity Projection)의 경우 정량적 분석방법으로 CT값(number)을 측정하여 잡음(noise)정도를 분석하였으며, 분석을 위하여 척추경 나사못 전체가 보이는 한 slice의 영상 재구성 데이터를 이용하여 요추의 중앙 부위인 전체 요추체가 포함되도록 하였으며 중앙부위에 관심영역 50mm로 설정 후 CT값을 측정하여 평균값과 표준편차를 분석하였다. 잡음(noise)측정은 비교를 위하여 수술 전후의 CT값을 측정하였으며, 두 그룹에서 획득한 관심영역의 CT값의 평균값은 독립표본검정(t-test, SPSS win 12.0)을 이용하였고, P값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다. 체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique)과 변형 체적묘사기법(modifying Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT)기법의 경우 CT값 측정이 불가능하여 3D 재구성 영상을 이용하여 정성적 평가 방법을 이용하여 잡음정도를 평가 하였다. 그 방법으로는 체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique)과

변형 체적묘사기법(modifying Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT) 기법 재구성 영상에 각 각 동일한 투과도 및 불투과도의 조절과 동일한 색을 주어 재구성 처리 후 그 영상데이터를 이용하여 정형외과 전문 영상의학과 판독의를 포함한 영상의학과 판독의 5명과 전산화 단층촬영 검사 경력10년 이상의 방사선사5명으로 구성하여 총 10명의 평가자에게 재구성 영상을 이용하여 나사못의 형태의 구분 유무를 등급에 따라 숫자로 평가하도록 하였다. 등급은 1. 나사못의 형태가 정확히 구분된다, 2. 나사못의 형태가 보인다, 3. 모르겠다, 4. 나사못의 형태가 구분되지 않는다, 5. 나사못의 형태가 보이지 않는다. 의 5 등급으로 나누어 평가를 하였으며 정확도를 위해 동일한 판독용 모니터를 이용하였으며 평가자 논문과 관련된 내용은 암시하지 않았으며 무작위로 평가자를 선정하여 의뢰하였다. 통계방법으로는 Kruskal-Wallis 검정(k-w test, SPSS win 12.0)을 이용하였고, P값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

2.5 임상영상 평가표에 의한 평가

각각의 영상기법을 적용하여 재구성된 영상을 척추 전산화 단층 검사 시 영상 평가 방법인 요추 임상영상 평가표를 이용하였으며 영상 정보 항목을 기준으로 인공물, 포함범위, 해상도 및 대조도, 영상창의 적정성, 절편두께의 적정성으로 평가하여 각각 항목별 점수화 하여 정형외과 전문 영상의학과 판독의를 포함한 영상의학과 판독의 5명과 전산화 단층촬영 검사 경력10년 이상의 방사선사5명으로 구성하여 총 10명의 평가자에게 의뢰하였으며 총 80점 만점 기준으로 평가 하였다. 단, 100점 만점 중 20점에 해당하는 항목은 검사 모니터에 표시되어야 하는 일반적인 정보 평가 항목으로 배제 하여 80점 만점으로 평가 하였다.<표 1>

<표 1> 요추부 전산화단층촬영 영상의 임상영상 평가표

임상영상평가표 (요추)					
환자번호	환자 이름	촬영일시	평가일시	평가자이름	전문 의 번호
				(인)	
항목	평가 내용			기준점수	점수

영상 정보 항목			
인공물	A. 환자의 움직임에 의한 인공물이 없다. B. Ring artifact 가 없다. C. 그 외의 인공물이 없다.	각3점	
포함범위	A. 5개 이상의 추간관이 포함되었다. B. 각각의 추간관에 평행한 방향으로 영상을 얻었다 (재구성하였다). C. 각각의 추간관 후면윤곽이 충분히 포함되었다. D. 3개 이상의 추간관에 대하여 위아래의 종관이 충분히 포함되었다. E. 각각의 횡단면 영상이 요추 어느 부위인지 알 수 있다.	각 6점	
해상도 및 대조도	A. 추간관의 바깥쪽을 따라 윤곽을 그릴 수 있다. B. 추간관과 경막강의 구분이 가능하다. C. 요추 4-5번에서 황색인대의 두께를 측정할 수 있다. D. 양측 돌기관절공간이 보인다.	각8점	
영상창의 적정성	A. 연부조직 setting과 뼈 setting의 변화를 주었다.	5점	
절편두께의 적정성	A. 절편 두께가 3mm 이하이다. B.추간관 부위에서 절편간격은 0 이다.	각2점	
영상정보항목 점수(총점)		80점	

3. 결 과

우선, 정량적 분석결과로 원시데이터를 이용하여 데이터 후처리(MPR, MIP)를 적용한 영상 기법을 CT값을 측정하여 잡음(noise)정도를 분석하여 통계치를 분석한 결과 수술 전 다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation)영상의 평균 CT값은 243.82±229.85 HU, 수술 후는 387.71±15.86 HU로 측정되었으며 통계적 결과 F=174.69, p=0.001로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. (p<0.05) 즉, 다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation)영상의 경우 척추경 나사못 고정술 후 CT검사 시 CT값이 수술 전 보다 높게 측정되었음을 알 수 있었고 그 결과는 잡음(noise)비가 척추경 나사못 고정술 시행 후 높게 측정되었음을 의미한다.<표 2>

<표 2> 다평면 재구성, 최대강도투영 영상의 수술 전, 후 CT값 정량적 분석

	수술 전	수술 후	p-value
다평면 재구성	243.82±229.85	387.71±15.86	0.001
최대강도 투영	429.74±94.75	489.66±39.99	0.002

두 번째로 최대강도 투영(MIP ; Maximum

Intensity Projection)영상의 평균 CT값은 429.74±94.75 HU, 수술 후는 489.66±39.99 HU로 측정되었으며 통계적 결과 F=23.61, p=0.002로 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. (p<0.05) 즉, 재구성 두께를 조절하여 영상을 묘사하여도 척추경 나사못 고정술 후 CT검사 시 CT값이 수술 전 보다 높게 측정되었으며 그 결 잡음(noise)비가 척추경 나사못 고정술 시행 후 높게 측정되었음을 알 수 있었다.<표 2>

다음은 정성적 분석결과로 체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique)과 변형 체적묘사기법(modifying Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT)의 재구성 영상에 각각 동일한 투과도 및 불투과도의 조절과 동일한 색을 주어 재구성결이다. 체적묘사기법의 경우 Kruskal-Wallis 검정결과 p=0.036로 나사못의 형태가 구분되지 않는다가 평균 순위 5.00 가장 많았다고 평가 분석되었다.(p<0.05) <표 3>반면 변형 체적묘사기법의 재구성 영상의 경우 Kruskal-Wallis 검정결과 p=0.036로 나사못의 형태가 보인다가 평균순위 5.00으로 가장 많았다.(p<0.05)<표 3>

<표 3> 체적 및 변형체적묘사기법 영상의 정성적 분석

	나사못의 형태가 정확히 구분된다	나사못의 형태가 보인다	모르겠다	나사못의 형태가 구분되지 않는다	나사못의 형태가 보이지 않는다
체적 묘사 기법	0	2	7	15	6
변형 체적 묘사 기법	14	15	1	0	0

다음은 임상영상 평가표에 의한 평가결과로 평균값이며 인공물 항목에서 환자의 움직임에 의한 인공물이 없다는 3점, Ring artifact가 없다. 3점, 그 외의 인공물이 없다. 3점으로 평가되었고, 포함범위항목 중 5개의 이상의 추간판이 포함되었다. 6점, 각각의 추간판에 평행한 방향으로 영상을 얻었다.(재구성하였다.) 6점, 각각의 추간판 후면윤곽이 충분히 포함되었다. 5.7점, 3개 이상의 추간판에 대하여 위아래의 중판이 충분히 포함되었다. 5.9점, 각각의 횡단면 영상이

요추 어느 부위인지 알 수 있다. 5.9점으로 평가되었다. 또한 해상도 및 대조도 항목의 경우 추간판의 바깥쪽을 따라 윤곽을 그릴 수 있다. 8점, 추간판과 경막강의 구분이 가능하다. 8점, 요추 4-5번에서 황색인대의 두께를 측정할 수 있다. 7.8점, 양측 돌기관절공간이 보인다. 8점으로 평가되었다. 다음은 영상상의 적정성 항목으로 연부조직의 setting과 뼈 setting의 변화를 주었다. 5점으로 평가되었고, 끝으로 절편두께의 적정성 항목 중 절편두께가 3mm이하이다. 2점, 추간판 부위에서 절편간격은 0이다. 2점으로 평가되어 총 80점 만점에 79.3점을 받아 매우 우수한 영상 재구성 데이터로 평가되었다.<표 4>

<표 4> 임상영상 평가표에 의한 영상평가

	인공물			포함범위					해상도 및 대조도				영상의 적정성	절편의 적정성	평계적성
	A-점	B-점	C-점	A-6점	B-6점	C-5.5점	D-5.5점	E-5.5점	A-8점	B-8점	C-8점	D-8점	A-5점	A-2점	B-2점
Total	3	3	3	6	6	5.7	5.5	5.5	8	8	7.8	8	5	2	2

4. 고찰 및 결론

1986년 Gray는 컴퓨터를 이용하여 2차원 단면상을 연속적으로 중첩시켜 3차원 상을 재구성할 수 있다는 개념을 제시하였고 그 이후 컴퓨터 그래픽스 이론과 디지털 영상기술의 발전에 힘입어 영상의 재형성이 이루어질 수 있게 되어 모니터를 통해 해부학적 구조의 3차원 영상을 관찰할 수 있었다.^[11]

전산화 단층 촬영 영상에서 금속성 인공음영이 발생하는 것은 주로 투사 데이터의 소실(missing projection data)에 의한이다. 지금까지 연구된 금속 인공음영을 감소시키기 위한 방법으로 소프트웨어적인 방법을 찾기 위해 부단한 노력을 하고 있지만 생체조직에 어떠한 구조물을 삽입하기는 힘들어 컴퓨터의 조작인 알고리즘을 조작하는 방법을 대부분 이용하고 있으며 그 방법으로는 선형보간을 이용한 여과 역투사법(filtered back projection with linear interpolation), 반복적 선예회(iterative deblurring), 웨이블릿(wavelet) 기

법 등^[5,6,7,8,9,10]이 있으며, 이들은 전산화 단층 촬영기기 자체에 내장된 워크스테이션에서 raw data를 이용하여 영상을 재구성하는 과정에서 작동하는 방법들이다. 이러한 워크스테이션의 경우 비교적 우수한 결과가 보고되고 있는 반복적 선예화의 경우, 원시 데이터로부터 최종의 영상을 재구성하는 데 걸리는 연산 시간이 길어서, 적어도 현시점에서는 현실적인 사용이 힘들다는 문제점을 가지고 있다. 또한, 이러한 방법들은 주로 선형 인공 음영(streak artifact)의 제거에 주안점을 두고 있어 금속성 내 고정물이나 삽입물의 인접부위에 발생하는 인공 음영은 제거하지 못한다는 한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 접근방향을 달리하여, 가장 널리 이용하는 체적묘사 기법에 불투과도(opacity)를 조절하여 변형된 체적묘사 기법의 유용성을 다른 재구성 영상과 비교하여 장점과 한계점을 알아보았다. 특히, 척추경 나사못 고정술 후 전산화 단층 촬영의 목적은 대부분 나사가 척추경 벽(pedicle wall)을 뚫고 척추관이나 신경 공으로 나가서 신경을 압박하거나 자극하고 있지 않은지를 확인하는 것과 척추골절 환자에서 척추체에 후면에 위치한 골절편의 정복이 만족할 만한지를 확인하는 것이기 때문에 나사못의 위치의 정확성 파악이 무엇보다 중요하다. 이러한 시술 후 종래에 많이 재구성을 했던 체적묘사기법의 경우 위치 파악의 한계가 나타나 저자 역시 이러한 한계점을 보완할 수 있는 방법을 찾아보고자 하였다. 연구 결과에 의하면 전산화 단층 촬영 시행 후 임상에서 가장 많이 이용하고 있는 영상 후처리 재구성방법에는 다평면 재구성(MPR ; Multi-Planar Reformation), 최대강도 투영(MIP ; Maximum Intensity Projection), 체적묘사기법(VRT ; Volume Rendering Technique), 변형 체적묘사기법(Modify Volume Rendering Technique ; opacity변형 VRT)의 기법이 있는데 다평면 재구성의 경우 실험 결과에 의하면 잡음(noise)평가의 경우 수술 전 평균 CT값은 243.82±229.85 HU, 수술 후는 387.71±15.86 HU로 측정되어 잡음이 높아져 나사못의 위치 파악이 어려웠으며, 최대강도 투영 역시 수술 전CT값은 429.74±94.75 HU, 수술 후는 489.66±39.99 HU로 측정되었다. 비록 최대강도 투영 기법은 영상두께를 두껍게 조절하기 때문에 수술 전, 후의 잡음비 차이가 많이 나지 않았더라도 수술

후 잡음이 높아졌음을 알 수 있었다. 또한, 임상에서 가장 많이 이용하고 있는 재구성 영상인 체적묘사 기법역시 Kruskal-Wallis 검정결과에서 알 수 있듯이 p=0.036로 나사못의 형태가 구분되지 않는다고 평균 순위 5.00 가장 많았다고 평가 분석되었다. 이러한 기준에 많이 이용하던 재구성 영상에 비해 변형 체적묘사기법은 Kruskal-Wallis 검정결과 p=0.036로 나사못의 형태가 보인다고 평균 순위 5.00으로 평가되어 척추경 나사못 시술 후 나사가 척추경 벽(pedicle wall)을 뚫고 척추관이나 신경 공으로 나가서 신경을 압박하거나 자극하고 있지 않은지를 확인하는 것과 척추골절 환자에서 척추체에 후면에 위치한 골절편의 정복이 만족할 만한지를 확인하는 것에 가장 효과적인 도움을 주는 재구성 영상임을 확인 할 수 있었다. 척추경 나사는 그 크기가 작고 대부분의 경우 티타늄 합금을 사용하고 있어서, 정형외과에서 사용하는 여타의 금속성 내 고정물에 비해서 인공음영의 크기나 정도가 상대적으로 작다. 그러나 이러한 인공음영이 3D 재구성 영상의 결합으로 작용하여 컴퓨터의 도움을 받는 외과적 수술이나 navigation surgery 시 문제를 야기하기도 한다.^[12] 또한, 나사를 삽입하는 바로 인접부위에 척추경 벽과 신경 근, 마미(cauda equina), 또는 척수가 위치하고 있어서 이러한 조직에 대한 손상여부를 확인하기 위해서는, 금속성 인공음영을 최소화하는 것이 임상적 판단에 매우 중요하다. 결론적으로 변형 체적묘사기법을 적용한 재구성 영상은 인공음영을 최소화 할 수 있으며, 단지 단면 영상으로 위치 파악을 하지 못하는 한계는 가지고 있지만, 척추경 나사못 고정술 후 나사의 위치를 정확히 파악할 수 있는 유용한 재구성 기법으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Krag MH, Beynonn BD, Pope MH, Frymoyer JW, Haugh LD, Weaver DL: An internal fixator for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar or lumbosacral spine. Clin Orthop Vol. 203, No. 1, pp. 75-98, 1986.
- [2] Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C: Internal fixation of the lumbar spine with

pedicle screw plating. Clin Orthop Vol. 20, No. 1, pp. 7-17, 1986.

[3] Kawamata A, Arijji Y, Langlais RP. Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. Dent Clin North Am Vol. 44, No. 1, pp. 395-410, 2000.

[4] Calhoun PS, Kuszyk BS, Heath DG, Carley JC, Fishman EK. Threedimensional volume rendering of spiral CT data: theory and method. Radiographics Vol. 19, No. 2, pp. 745-64, 1999.

[5] Kalender WA, Hebel R and Ebersberger J: Reduction of CT artifacts caused by metallic implants. Radiol, Vol. 164, No. 1, pp. 576-577, 1987.

[6] Robertson DD, Weiss PJ, Fishman EK, Magid D and Walker PS: Evaluation of techniques for reducing artifacts in the presence of metallic orthopedic implants. J Compute Assist Tomogr, Vol. 12, No. 2, pp. 236-241, 1988.

[7] Robertson DD, Yuan J, Wang G, Vannier and WM: Total hip prosthesis metal artifact suppression using iterative deblurring reconstruction Vol. 21, No. 1, pp. 293-298, 1997.

[8] Rohlfing T, Zerfowski D, Beier J, Hosten N and Felix R: Reduction of metal in computed tomographies for the planning and simulation of radiation therapy. In: Lemke HU, Vannier MW, Inamura K, Farman AG ed. Proceedings of the 12th international symposium and exhibition, CAR '98. Amsterdam, Elsevier pp. 57-62, 1998.

[9] Wang G, Feri T and Vannier MW: Fast iterative algorithm for metal artifact reduction in X-ray CT. Acad Radiol Vol.7, No. 2, pp. 607-604, 2000.

[10] Zhao S, Robertson DD, Wang G, Whiting B and Bae KT: X-ray CT metal artifact reduction using wavelets: an application for imaging total hip prostheses. IEEE Trans Med Imaging, Vol. 19, No. 2, pp. 1238-1247, 2000.

[11] Kawamata A, Arijji Y, Langlais 계. Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. Dent Clin North AM Vol. 44, No. 2, pp. 395-410, 2000.

[12] JF. Barrett, N Keat. Artifact in CT: recognition and avoidance. Radiographics Vol. 24, No. 6 pp. 1679-1691, 2004.

김 현 주



2010년 : 순천향대학교 대학원
(의료정보학석사)

2001년~현재 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보, 의료영상처리(medical image processing)

장 현 철



2010년 : 순천향대학교 대학원
(의료정보학석사)

2001년~현재 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보,

조 재 환



2010년 : 순천향대학교 대학원
(의료정보학석사)
2010년 : 순천향대학교 대학원
(컴퓨터공학과 의료영상처리 박사 과정중)

2002년~2010.9 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
2010.9년~현재 : 경산1대학 방사선학과 교수
관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보