

MR 영상에서의 PACS Image Viewer를 이용한 대퇴골 전염각 측정

— MR Imaging Measurement of the Femoral
Anteversional Angle as a PACS Image Viewer —

서울대학교병원 진단방사선과 · 한국재활복지대학 의료보장구과^{*}
아주대학교 산업정보시스템공학과^{**}

권대철 · 양성환^{*} · 박 범^{**}

— 국문요약 —

대퇴골 전염각의 정확한 측정은 정형외과 분야에서 중요한 의미를 가지며, 원위 대퇴골의 양과부를 횡단하는 면에 대하여 대퇴골 경부의 장축이 전방으로 기울어진 측면상의 각도이다. 대퇴골부와 슬개골부를 전산화단층촬영한 영상을 측정하고 있는 기존의 CT 영상의 대퇴골 측정법을 대신하여 다양한 Pulse sequence를 이용한 자기공명영상으로 PACS Image viewer에서 성인 남자 28~36세를 대상으로 대퇴골 전염각을 측정하였다. 오른쪽 대퇴골 전염각의 T2강조영상은 18.5~45.4°, T1강조영상 18.9~25.6°, 경사예코 18.7~26.0°, 지방억제기법 21.3~24.9°, 왼쪽 대퇴골 전염각의 T2강조영상은 19.2~24.3°, T1강조영상 18.8~24.5°, 경사예코 20.1~25.6°, 지방억제기법 20.0~25.3°로 측정되었고, 오른쪽과 왼쪽 대퇴골 전염각의 이원배치 분산분석에서 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 수 작업 방법의 대퇴골 전염각 측정에 비해 Image Viewer 프로그램에서는 마우스를 이용한 측정으로 편리하였고, MR 영상은 CT 영상에 비해 다양한 Pulse sequence를 선택적으로 적절한 촬영기법을 사용하여 대퇴골 전염각 측정에 유용하였다.

I. 서 론

대퇴골 전염각의 정확한 측정은 정형외과 분야에서 중요한 의미를 가진다. 이러한 대퇴골 전염각 측정은 선천성 고관절 탈구 및 기형, 뇌성마비, 소아마비, 안짱다리의 진단 및 치료에 유용한 정보가 된다. 대퇴골 전염각(femoral anteversion)은 원위 대퇴골의 양과부를 횡단하는 면(diacondylar plane)에 대하여 대퇴골 경부의 장축이 전방으로 기울어진 측면(axial plane)상의 각도를 말한다¹⁾.

대퇴골 전염각은 대둔근의 지렛대의 길이를 길게 함으

로써 직립위를 지지하고, 힘을 적게 한다²⁾. 과도한 대퇴골 전염각은 고관절의 외회전 범위의 제한을 초래하고, 성장의 이상을 초래하고 기형에 영향을 미칠 수 있다³⁾.

대퇴골 전염각은 통상적으로 해부학적 대퇴골 전염각을 의미하며, 대퇴골 전염각 측정은 그 방법에 따라 정확성, 재현성, 측정 시 수기의 용이함, 방사선 노출정도 등의 기본적인 조건에서 많은 차이가 있다⁴⁾.

대퇴골 전염각의 방사선학적 측정 방법은 투시법, 이면 방사선법(biplanar method), 축 방사선법(axial method)으로 나눌 수 있으며, 현재 대퇴골 전염각 측정은 전산화 단층검사⁵⁾, 초음파검사⁶⁾, 자기공명영상검사⁷⁾, 3차원 영

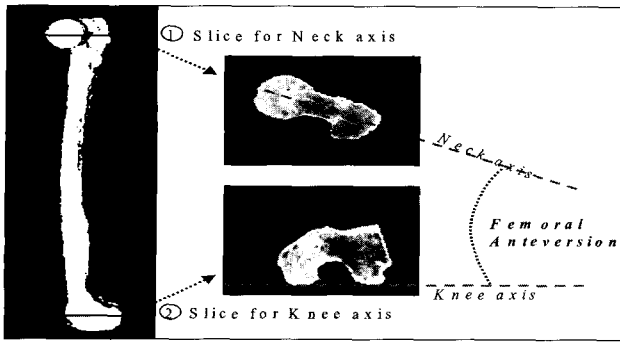
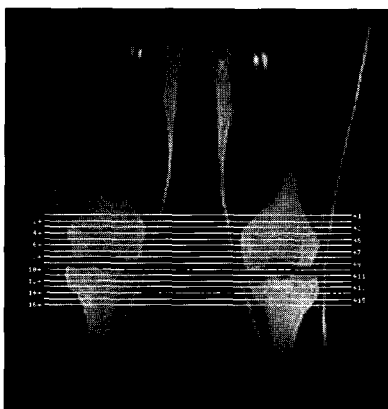


Fig. 1. The Measurement of Femoral Anteversion



a



b

Fig. 2. The image of in the MR Imaging scanned Scout View

a. The Image of the Hip Joint b. The Image of the Knee Joint

상기법을 이용한 대퇴골 전염각을 측정하여 보고하였다⁸⁾. 과거에는 필름에 의한 수작업으로 측정을 하였고, 본 연구 병원에서는 대퇴골부와, 슬개골부를 전산화단층촬영(CT)한 영상을 PACS image viewer 프로그램에서 측정하고 있다. 기존의 CT 영상의 대퇴골 측정법을 대신하여 다양한

Pulse sequence를 이용한 자기공명영상으로 대퇴골 전염각을 측정하고자 한다.

II. 대퇴골 전염각의 정의 및 측정

1. 대퇴골 전염각의 정의

대퇴골 전염각은 대퇴골 관절구에 대한 대퇴골경(neck of femur)의 뒤틀림의 정도를 측정한 값이다. 대퇴골 전염각이 큰 경우는 다리가 몸 안쪽으로 뒤틀림이 발생하며 안짱다리(intoeing gait)환자가 이에 해당된다. 안짱다리가 발생할 수 있는 요소 중에 대퇴골의 뒤틀림에 의한 경우는 8세 이상의 아동에서 주로 발생하며 대부분 성장과정에서 정상범위로 돌아가지만 뒤틀림의 각도가 40도 이상으로 심한 경우는 수술에 의한 교정을 받게 된다. 대퇴골경축(femoral neck axis)과 대퇴골 후측과(posterior condyles)의 두 정점을 잇는 직선과의 교차각을 대퇴골 전염각(femoral anteversion angle)으로 정의하였다(Fig. 1).

2. MR 영상 측정법

본 연구에서는 MR 영상을 이용하여 scout 영상에서 골반부위의 대퇴골 두축(head of femur axis)와 대퇴골 경축(femoral head neck axis), 대전자축(greater trochanter axis), 대퇴골을 포함하여 측정하였다. 대퇴골 후반부의 슬개골 관절을 포함한 부위를 axial scan 하였다(Fig. 2).

하나의 영상에 골반 부위의 대퇴골과 대퇴골 후반부의 슬개골을 오게 하여 영상을 겹치게 만들어 PACS Image viewer Marosis M-view(Marotech Co., Ltd, Korea)에서 측정하였다. 이때 대퇴골두의 중심과 대퇴골경의 중심을 지나는 직선을 대퇴골 경축(femoral head neck axis), 두 관절구 후부가 접하는 직선을 대퇴골 관절구 축으로 하며 대퇴골 전염각은 대퇴골경 축과 대퇴골 관절구 축 사이의 각도이다.

III. 대상 및 방법

2002년 9~10월에 서울대학교병원 진단방사선과에 컴퓨터단층촬영검사실에 femoral anteversion을 검사하기 위해 내원한 28~36세 5명의 환자를 대상으로 하였다. 연

구에 사용한 자기공명영상기기(GE signa Horizon 1.5T VB5.8, USA)를 이용하여 촬영하였다.

대퇴골 전염각 MR 영상을 획득하기 위하여 사용한 PulseSequence는 T2 강조, T1 강조, 경사에코, 지방억제 기법이고, 각 Pulse parameter는 다음과 같다. T2 강조는 TR 3,000 ms, TE 90 ms, Receive bandwidth 31.3 khz, FOV 32×32, Thickness/Gap 4.0/1.5, Matrix 256×192, 2 NEX, Flip angle 180°, T1 강조에서는 TR 400 ms, TE 10 ms, Receive bandwidth 16 khz, FOV 32×32, Thickness/Gap 4.0/1.5, Matrix 256×192, 2 NEX, Flip angle 90° 경사에코는 TR 500 ms, TE 20 ms, Receive bandwidth 16 khz, FOV 32×32, Thickness/Gap 4.0/1.5, Matrix 256×192, 2 NEX, Flip angle 60°, 지방억제기법은 TR 400 ms, TE 10 ms, Receive bandwidth 16 khz, FOV 32×32, Thickness/Gap 4.0/1.5, Matrix 256×192, 2 NEX, Flip angle 60°로 영상을 획득하였다(Table 1).

각각의 검사기법으로 촬영한 영상은 고관절 부위와 슬관절 부위를 상하로 겹쳐서 하나의 영상에 두 영상을 획득

특하여 PACS 네트워크를 이용하여 전송한다. PACS에서의 모니터에서 Image Viewer 프로그램을 이용하여 대퇴골 전염각을 측정하였다. 통계 프로그램은 SPSS10.0을 이용하여 이원배치 분산분석으로 유의차 검정을 하였다.

PACS Image Viewer 프로그램 실행하고 대퇴골경을 포함한 T2강조영상, T1강조영상, 경사에코, 지방억제기법 영상을 불러낸다. 마우스를 이용하여 대퇴골경과 대퇴관절구축의 선을 긋고 각도계산을 클릭 하여 대퇴골 전염각을 측정하였다. Table 2는 MR 영상에서 Pulse Parameter에 따른 대퇴골 전염각을 측정한 값이다.

IV. 결 과

Pulse sequence에 따른 영상을 PACS Image viewer인 Marosis M-view(Marotech Co., Ltd, Korea)에서 성인 남자 28~36세를 대상으로 대퇴골 전염각을 측정하였다.

T2강조 영상의 오른쪽 대퇴골 전염각은 18.5~25.4°, T1 강조 영상에서는 18.9~25.6°, 경사에코 영상에서는 18.7~26.0°, 지방억제기법 영상에서는 21.3~24.9°로 측정되었다. T2 강조 영상의 왼쪽 대퇴골 전염각은 19.2~24.3°, T1강조 영상에서는 18.8~24.5°, 경사에코 영상에서는 20.1~25.6°, 지방억제기법 영상에서는 20.0~25.3°로 측정되었고, 오른쪽과 왼쪽의 대퇴골 전염각의 이원배치 분산분석에서 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 2).

Fig. 3(a)은 대퇴골 전염각 오른쪽을 측정한 T2 강조 영상이고, Fig. 3(b)은 T1 강조영상, Fig. 3(c)은 경사에코 영상, Fig. 3(d)은 지방억제 기법을 이용한 영상이다.

Table 1. Pulse Parameter in the T2WI, T1WI, Gradient Echo and Fat Saturation

Parameter	T2WI	T1WI	Gradient Echo	Fat Saturation
TR(ms)	3,000	400	500	400
TE(ms)	90	10	20	10
Band width (KHz)	31.3	16	16	16
FOV	32×32	32×32	32×32	32×32
Thickness/Gap	4.0/1.5	4.0/1.5	4.0/1.5	4.0/1.5
Matrix	256×192	256×192	256×192	256×192
NEX	2	2	2	2
Flip angle (degree)	180	90	60	60

Table 2. MR Imaging Femoral Anteversion Angle by Image Viewer Unit : Degrees

Case	Age	Gender	Right				Left			
			T2WI	T1WI	GRE	FS	T2WI	T1WI	GRE	FS
1	36	Male	19.4	19.8	18.7	20.9	19.6	18.8	20.2	20.0
2	34	Male	20.1	18.9	19.0	21.5	20.5	19.2	20.1	21.2
3	32	Male	18.5	19.5	21.5	21.3	19.2	20.5	20.6	20.4
4	28	Male	22.4	20.5	23.5	24.2	23.1	21.4	23.9	23.5
5	30	Male	25.4	25.6	26.0	24.9	24.3	24.5	25.6	25.3

$P < 0.05$

$P < 0.05$

Note : T2WI(T2 Weighted Image), T1WI(T1 Weighted Image), GE(Gradient Echo), FS(Fat Saturation)

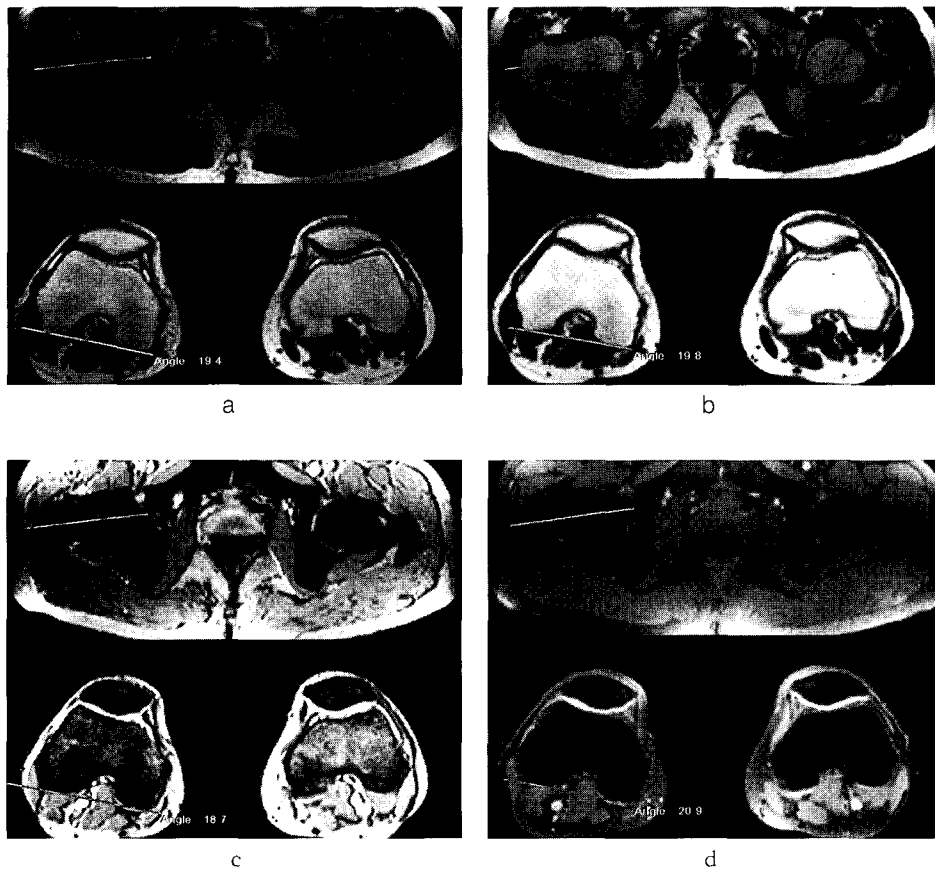


Fig. 3. The Image of Femoral Anteversion in the PACS Image Viewer

a, The image of T2 weighted image, b, The image of T1 weighted image, c, The image of Gradient Echo Image, d, The Image of Fat Saturation Image

V. 고 찰

대퇴골 전염각의 방사선학적 측정 방법은 투시법, 이면 방사선법(biplanar method), 축 방사선법(axial method)으로 나눌 수 있으며, 현재 대퇴골 전염각 측정은 전산화 단층촬영⁵⁾, 초음파촬영⁶⁾, 자기공명영상촬영⁷⁾을 이용하여 측정하고 있고, 대퇴골 전염각의 임상적 측정방법은 많은 저자들이 보고하였다⁹⁾. 투시법을 이용하여 대퇴골 전염각 측정은, 환자를 복와위(prone position)에 놓고 슬관절을 90°굴곡 시켜 고관절을 외회전 시키면서 투시를 하여 대퇴경부의 장축과 간부의 장축이 일직선상에 위치할 때 수평면과 하퇴부가 이루는 각을 전염각으로 정의한다.

Budin¹⁰⁾은 이러한 투시법 시술의 어려움을 지적하였고, 이면 방사선법은 외적요인에 의해 오차 유발 가능성이 높고 대퇴골 전염각이 정상범위를 벗어나면 정확성이 감소된다고 보고하였다. 축 방사선법은 X-선이 골과 연조직을 통과하여 대퇴경부의 윤곽을 분명하게 나타낼 수

없으므로 실용적인 방법이 되지 못한다¹¹⁾.

대퇴골 전염각의 컴퓨터단층촬영법(CT)은 정확성과 재현성이 우수하지만 비경제적이며, 촬영시간이 길고, 18개월 미만 환자의 대퇴골두가 골화되기 이전의 연령에서는 측정이 어려운 단점이 있다. 2차원 컴퓨터단층촬영 측정법은 대퇴골 장축에 수직으로 컴퓨터단층촬영을 하게 되는데 대퇴골두(head of femur)와 대퇴골경(neck of femur)을 모두 포함하는 한 장의 컴퓨터단층촬영의 단면 영상과 대퇴골 관절구의 가장 큰 영역에서 한 장의 단면영상을 얻어 두 장의 영상을 겹쳐서 대퇴골 전염각을 측정하였다.

초음파를 이용하여 대퇴골 전염각 측정방법을 소개하여 정확도가 높고 방법의 간편성 및 인체에 무해한 점을 보고 된 바 있다⁶⁾. 대퇴골은 3차원적인 구조물로 2차원적인 일반 방사선 촬영법이나, 초음파검사법, 컴퓨터단층촬영법(CT)을 이용하여 측정하면 정도의 차이는 있지만 오차가 없을 수 없다⁸⁾.

본 연구 병원에서 현재 대퇴골 전염각 측정을 위한 전산화단층촬영의 scout 영상으로(Fig. 4) 대퇴골의 4부분을 단층 촬영한다. a는 대퇴골 두축(head of femur axis), b는 대퇴골 경축(femoral head neck axis) c는 대퇴골의 대전자축(greater trochanter axis), d는 대퇴골 과축(femoral condyle axis), e는 대퇴골 후축(distal part of femur axis)을 설명한 그림이다.

관절 연골은 연부조직의 대조도와 분해능이 뛰어나고, 여러 방향으로 촬영 가능하고, 관절 연골의 상태를 정확히 진단에 있어서 MR 영상은 적합한 검사법으로 인정받고 있다¹²⁾. 관절 연골의 고식적인 방법인 T2강조, T1강조가 있는데 고관절, 슬관절의 검사에 포함되어 편리하고 간편한 촬영법이지만 고해상의 관절연골의 대조도를 올리는 데는 한계가 있다¹³⁾.

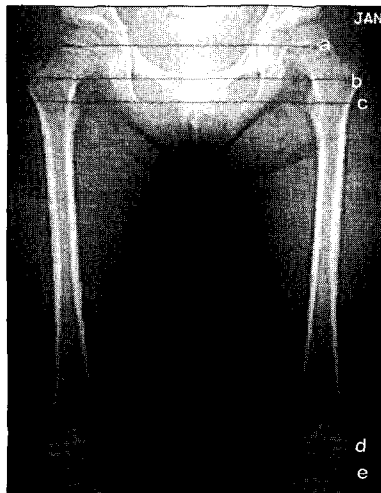


Fig. 4. CT Imaging of Scout View



Fig. 5. Femoral Anteversion measured by Manual Method in the CT Scan

경사에코는 경사자장을 사용하므로 90° 보다 작은 꺾임각을 사용하더라도 echo 신호를 충분히 얻을 수 있으므로 Spin echo보다 영상 획득 시간을 줄일 수 있다. 이와 같이 경사에코가 시간적 측면에서의 큰 장점이 있는 반면, 90° 보다 작은 꺾임각을 사용하므로 신호강도가 감소하게 된다는 단점을 안고 있다. Gradient echo는 공간상에서 일정하게 변하는 선형경사자장(linear field gradient)을 사용하기 때문에 주자기장이 불균일할 경우 경사자계의 선형성이 깨어지기 쉬우므로 결국 국부적으로 어둡거나 찌그러진 영상을 얻을 수 있다는 단점이 있고¹⁴⁾. 관절 연골의 미세한 병변을 관찰하는데 적합하다¹⁵⁾. 지방억제 기법을 이용한 영상은 관절연골을 깨끗한 영상을 얻을 수 있다. 그러나 대퇴골 전염각 측정을 위해 빠른 영상화하는 데는 부적절 하다.

Fig. 5는 과거의 대퇴골 전염각 측정 방법으로 전산화단층촬영 영상을 각도기, 자, 펜을 이용하여 수 작업으로 대퇴골 전염각을 측정할 모습이다. 권¹⁵⁾은 PACS의 Image viewer 프로그램을 이용하여 대퇴골을 측정하여 편리함을 주장하였다.

PACS환경에서의 Image Viewer방법에 의한 대퇴골 전염각 측정에서 오른쪽과 왼쪽의 대퇴골 전염각의 이원배치 분산분석에서 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이는 MR 영상은 Pulse Sequence에 따라 측정이 달라지고, 측정의 유용성을 확인 할 수 있다.

PACS Image Viewer가 설치되기 전의 대퇴골 전염각 측정은 수 작업 방법에 의한 대퇴골 전염각 측정은 각도기, 펜, 자를 이용하는 불편함이 있었지만, PACS 환경에서의 Image Viewer 방법을 이용한 대퇴골 전염각은 편리함을 보고하였다¹⁶⁾. PACS 환경에서의 MR 영상을 Image Viewer 프로그램으로 대퇴골 전염각의 측정은 유용하게 사용될 것으로 사료된다.

VI. 결 론

성인 남자를 대상으로 MR의 Pulse sequence에 따른 영상을 이용하여 대퇴골 전염각을 측정하였다. PACS환경에서의 Image Viewer방법에 의한 대퇴골 전염각 측정에서 오른쪽과 왼쪽의 대퇴골 전염각의 이원분산분석에서 모두 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 수 작업 방법의 대퇴골 전염각 측정에 비해 Image Viewer 프로그램에서는 마우스를 이용한 측정으로 편리하였고, CT 영상에 비해 다양한 Pulse sequence를 선택적으로 적절한 촬영기

법을 사용하여 대퇴골 전염각 측정에 유용할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 이덕용, 정문상, 이상훈, 이춘기, 이종서, 유석주, 허민강 : 대퇴골 전염각 측정을 위한 새로운 방법 : 타 방사선 방법과의 비교, 대한정형외과학회지, 24(3), 889-898, 1989.
2. Radin EL : Biomechanics of the Human Hip, Clin. Orthop, 28, 152, 1980.
3. Staheli LT : Torsional deformity, Pediat Clin North America, 24, 799-811, 1977.
4. Lenard Ruby, Mital MA, O'connor H and Patel U : Anteversion of the femoral neck, Journal of Bone and Joint Surgery, 61(A), 46-51, 1979.
5. Peterson HA, Klassen RA, Mcleod RA and Hoffman AD : The use of computerised tomography in dislocation of the hip and femoral neck anteversion in children, Journal of Bone and Joint Surgery, 63(B), 198, 1981.
6. Moulton A, and Upadhyay SS : A direct method of measuring femoral anteversion using ultrasound, Journal of Bone and Joint Surgery, 64(B), 469, 1982.
7. Schneider B, Laubenberger J, Jemlich S, Groene K, Weber H-M and Langer M : Measurement of femoral anteversiion and tibial torsion by magnetic resonance imaging, The British J. of Radiology, 70, pp.575-579, 1997.
8. 김선일, 박시복, 이강목 : 3차원 영상기법을 이용한 고관절의 전경사각 측정방법, 대한재활의학회지, 18(3), pp.495-499, 1994.
9. Kane TJ, Henry G and Furry D : A simple roentgenographic measurement of femoral anteversion, Journal of Bone and Joint Surgery, 74(A), pp.1540-1542, 1992.
10. Budin E and Chandler E : Measurement of femoral neck anteversion, Radiology, 69, pp.209-213, 1957.
11. Ryder CT and Crane L : Measurement Femoral Anteversion, The problem and a method, Journal of Bone and Joint Surgery, 35(A), 321, 1953.
12. Recht MP, Resnick D : MR imaging of articular cartilage : current status and future directions, AJR, 163, pp.283-290, 1994.
13. Hayes CW, Sawyer RW, Conway WF : Patellar cartilage lesions : in vitro detection and staging with MR imaging and pathologic correlation, Radiology, 176, pp.479-483, 1990.
14. Bushong SC : Magnetic Resonance Imaging : Physical and Biological Principles. 2nd ed. St. Louis, Mosby, pp.206-226, 1996.
15. 권대철, 박 범 : PACS Image Viewer에서의 대퇴골 전염각 측정 연구, 대한의료정보학회지, 7(4), pp.41-47, 2001.
16. 권대철, 박 범 : 대퇴골 전염각 측정을 위한 수작업과 Image Viewer 프로그램을 이용한 방법과의 비교 연구, 대한인간공학회지, 20(3), pp.27-35, 2001.

• Abstract

MR Imaging Measurement of the Femoral Anteversion Angle as a PACS Image Viewer

Dae Cheol Kweon · Sung Hwan Yang* · Peom Park**

Dept. of Diagnostic Radiology, Seoul National University Hospital

*Dept. of Prosthetics & Orthotics, Korean National College of Rehabilitation & Welfare**

*Dept. of Industrial and Information Systems Engineering, Ajou University***

The accurate measurement of the femoral anteversion is very important to the practice of orthopedic and osteotomy. It is measured by means of the axis of head and neck of the femur and the knee axis. At the present time, widely used computed tomography method of measuring anteversion on femoral necks of patients. Measurement by the manual method and image viewer of computed tomography to determine the anteversion of femoral head were carried out on both femurs. In September and October 2002, 5 patients 28 to 36 years of age were randomly selected from Seoul National University Hospital. The purpose of this paper was to introduce a new method to measure femoral anteversion angle utilizing PACS image viewer program in the MR imaging. Significant difference was observed between the right and left side the image viewer measurement of femoral anteversion. In conclusion, MR imaging very usefulness in the measured the angle of the femoral anteversion.

Key words : Femoral Anteversion, PACS, Image Viewer, MR Imaging