

고관절 대퇴 삽입물의 해리 판정에 있어 삽입물 주위 골밀도의 Transverse Histogram의 진단적 의의

서울대학교 의과대학 정형외과학교실, 진단방사선과학교실*

김희중 · 김영민 · 강홍식* · 박건영 · 이성철 · 서중배

— Abstract —

The Value of the Transverse Histogram of the Peri-Prosthetic Bone Mineral Density in the Detection of the Femoral Stem Loosening

**Hee Joong Kim, M.D., Young Min Kim, M.D., Heung Sik Kang, M.D.*,
Kun Young Park, M.D., Sung Churl Lee, M.D. and Joong Bae Seo, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery and Diagnostic Radiology,
College of Medicine, Seoul National University*

DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) allows the measurement of the bone mineral independent of the soft tissue inhomogeneity by using 2 narrow energy bands among the wide X-ray spectrum. By this method, the measurement of the peri-prosthetic bone mineral density (BMD) is possible in hip replacement arthroplasty patients with a special computer program. The transverse histogram is one of the analytic methods of the program.

In order to evaluate the possibility of the transverse histogram to be used as an diagnostic tool for the loosening of the femoral stem, this computer program was applied to 39 hips of hip replacement arthroplasty in 35 patients. The patients were followed-up for an average of 6 years and 2 months (range, 1 year and 7 months-16 years) in the Department of Orthopaedic Surgery of Seoul National University Hospital. Clinical loosening of the femoral stem was highly suspected in 12 hips (4 cemented, 8 cementless). In the other 27 hips (10 cemented, 17 cementless), there was no evidence of the loosening of the stem clinically. In 15 out of a total of 39 hips, the status of the stem fixation was confirmed directly during the revision surgery. The clinical and operative findings were compared with the transverse histogram findings.

The analyzed results are summarized as follows ;

※ 이 논문의 요지는 제 36차 대한정형외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.

※ 이 연구는 '92년도 서울대학교병원 지정진료 연구비 지원에 의한 결과임.

1. In transverse histogram, the peri-prosthetic BMD showed 4 distinct patterns; two of these patterns seemed to demonstrate a good contact between the stem and the surrounding bone or bone cement. The remaining two were regarded to indicate a poor contact.
2. BMD patterns in transverse histogram were consistent with the intraoperative findings very well.
3. Especially in the interspace between stem and cement, transverse histogram seemed to give valuable information.

In conclusion, the transverse histogram of the peri-prosthetic BMD checked by DEXA is regarded to have a possibility to be a valuable aid in determining whether the stem loosening is present or not.

Key Words: Transverse histogram, BMD, DEXA, Stem loosening, Hip replacement arthroplasty.

서 론

대퇴 삽입물(femoral stem) 혹은 비구컵의 해리(loosening)는 고관절 치환술의 가장 빈번한 후기 합병증으로 고관절 치환술의 수명을 실제적으로 결정하는 인자가 된다. 현재까지 인공 삽입물의 해리 유무는 주로 임상증세와 단순방사선 소견을 근거로 판단하고 있기 때문에, 해리가 상당히 진행된 경우나 진단이 가능할 뿐, 초기에 해리 유무를 확인하거나 나아가서는 수술 후 초기에 해리에 대한 예후를 예측하는 것은 불가능한 실정이다.

최근에 개발된 골밀도 측정 방법인 DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry)는 X-ray spectrum 중 두개의 좁은 energy band 만을 이용하여 연부조직에 구애받지 않고 골무기질의 정량적 측정이 가능한 방법으로 높은 정확성과 재현성이 인정되고 있다^{2,5)}.

그 제조회사에서는 고관절 치환술 후 대퇴 삽입물 주위의 골밀도(BMD: Bone Mineral Density)를 측정할 수 있는 프로그램을 개발한 바 있는데, 이 프로그램은 대퇴 삽입물 주위의 골밀도를 전산화된 방법으로 측정, 저장하여 필요에 따라 여러가지 양식으로 골밀도의 분석을 가능하게 하고 있다²⁾. Transverse histogram은 이 프로그램

의 분석 양식중 하나로 대퇴 삽입물의 횡단면에서 삽입물 주위의 골밀도 분포를 도표로 나타낸다(Fig. 1, 2, 3, 4).

대퇴 삽입물 주위 골밀도의 transverse histogram 소견이 해리의 진단에 이용될 수 있겠는지를 알아보기 위하여 고관절 치환술 후 1년 6개월 이상 경과된 예들에서 이를 시행하여 그 결과와 임상소견, 단순 방사선 소견 및 수술 소견과의 비교 분석을 시도하였다.

연구 대상

서울대학교병원 정형외과에서 고관절 치환술 혹은 재치환술을 받은 바 있는 35명의 환자 39 고관절을 대상으로 하였다. 이들은 남자가 21명, 여자가 14명이었는데 최초 수술시 환자의 연령은 평균 40.3세(16세-69세)였다. 원인이 되었던 질환별로는 무혈성 괴사가 15례, 골관절염이 10례, 결핵성 또는 화농성 고관절염의 후유증이 8례였고, 이밖에 골반골 골절, 강직성 척추염, 대퇴골 근위부의 거대세포종이 각각 1례였으며, 타병원 수술례중 3례는 병명을 확인할 수 없었다.

대퇴 삽입물 고정시 39례중 14례는 골시멘트를 사용하였으며, 25례는 골시멘트를 사용하지 않았다. 최초 수술로 부터 DEXA를 시행할 때까지의 기간은 평균 6년 2개월(1년 7개월-16년)이었는데

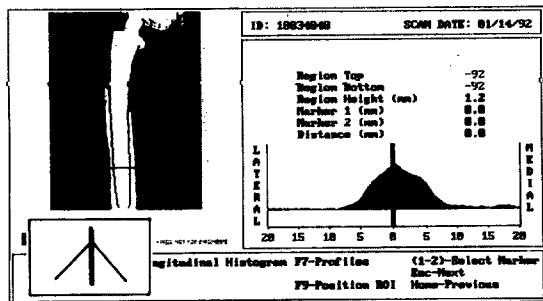


Fig. 1. Type I pattern of transverse histogram. Inset : diagram.

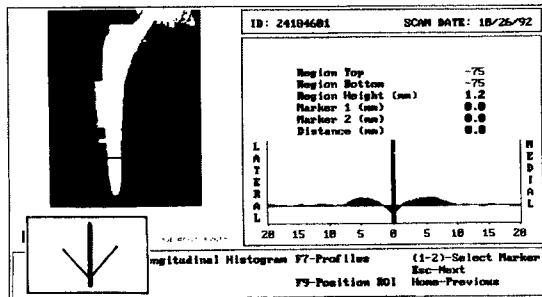


Fig. 4. Type IV pattern of transverse histogram. Inset : diagram.

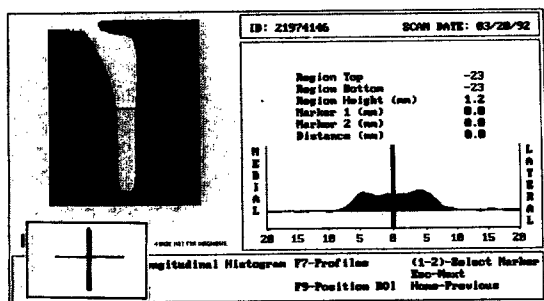


Fig. 2. Type II pattern of transverse histogram. Inset : diagram.

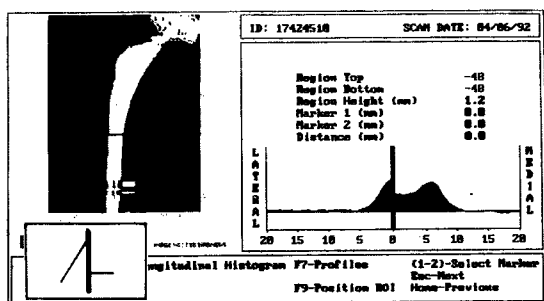


Fig. 3. Type III pattern of transverse histogram. Inset : diagram.

데, 타병원에서 수술 후 1년 7개월만에 재치환술을 시행한 1례를 제외하고는 모두 최초 수술 후 2년 이상 경과하였다. 재치환술을 시행하였던 15례에서는 수술시 대퇴 삽입물의 고정상태를 직접 확인할 수 있었다.

연구 방법

대상으로 한 39례에 대해 DEXA(Model

DPX-L, LUNAR Corporation, Wisconsin, U.S.A.)를 이용하여 대퇴 삽입물 주위의 골밀도를 측정하였다. 환자에 대한 정보없이 대퇴 삽입물 주위의 골밀도에 대한 transverse histogram을 region height 1.2mm로 대퇴골 내측 근위단으로부터 대퇴 삽입물의 원위단까지 모두 검토하였다. 이 검토로 얻은 결과를 임상 증세, 단순 방사선 소견 및 수술 소견에 의한 해리 유무 판정 결과와 비교 분석하였다.

결 과

대퇴 삽입물 주위 골밀도의 transverse histogram은 부위에 따라 매우 다양한 양상으로 나타났지만 대개 다음의 4가지의 형태로 단순화할 수 있었다. 제 I 형은 대퇴 삽입물에 가까워질수록 골밀도가 현저히 증가하는 형태이다(Fig. 1). 제 II 형은 대퇴 삽입물과 골밀도 선이 거의 수직으로 만나는 형태이다(Fig. 2). 제 III 형은 한쪽은 제 I 형에서와 같이 대퇴 삽입물에 가까워질수록 골밀도가 현저히 증가하나 반대쪽은 대퇴 삽입물과의 접촉면에서의 골밀도가 상대적으로 상당히 낮은 형태이다(Fig. 3). 제 IV 형은 대퇴 삽입물에 가까워지면서 골밀도가 현저히 감소하는 형태이다(Fig. 4). 이들은 형태상 제 I 형과 제 II 형은 대퇴 삽입물과 주위의 골조직 혹은 골시멘트와의 접촉이 양호한 것을 의미하고, 제 III 형과 제 IV 형은 접촉이 불량한 것을 의미하는 것으로 판단되었는데, 수술로 대퇴 삽입물의 해리 여부를 확인할 수 있었던 예들에서 transverse histogram상 주종을 이루는 형태와 수술 소견을 비교 분석한 결

Table 1. Comparison of DEXA finding with X-ray and Operative Findings.

Case No.	Sex	Age at first Op	F/U Period	X-ray finding	transverse histogram	Operative finding
1	F	24	10y	(-)	II	(-)
2	F	52	6y 5m	(-)	I	(-)
3	F	32	9y 2m	(-)	II	(-)
4	M	21	8y	(+)	III	(+)
5	M	21	3y 7m	(-)	II	(-)
6	M	23	8y 3m	(+)	III	(+)
7	M	42	8y 3m	(+)	III	(+)
8	F	53	5y 11m	(+)	II	(-)
9	M	23	6y 11m	(+)	I	(-)
10	M	64	3y	(+)	IV	(+)
11	F	23	14y 10m	(-)	IV	(-)
12	F	28	13y	(-)	II	(-)
13	F	24	3y 1m	(-)	II	(-)
14	F	55	13y	(+)	IV	(+)
15	M	36	1y 7m	(+)	III	(+)

(-) : No loosening

(+) : Presence of loosening

과는 이 판단의 타당성을 뒷받침하였다(Table 1).

이를 근거로 하여 다시 임상증세 및 방사선 소견을 근거로 한 해리 여부 판정 결과와 transverse histogram 결과를 비교 분석한 결과, 임상적으로 해리가 없다고 판단되었던 27례에서는 transverse histogram상 주로 분포하였던 형태가 제 I형인 경우가 3례, 제 II형인 경우가 15례, 제 III형인 경우가 5례, 제 IV형인 경우가 4례였다. 임상적으로 해리가 있다고 판단되었던 12례에서는 transverse histogram상 주로 분포하였던 형태가 제 I형인 경우가 1례, 제 II형인 경우가 1례, 제 III형인 경우가 7례, 제 IV형인 경우가 3례였다(Table 2).

수술 소견과 단순 방사선 소견 및 transverse histogram 소견을 비교 분석한 결과 수술 소견상 해리가 없었던 9례중 방사선 소견상 2례가 해리가 있는 것으로 판독된 반면 transverse histogram에 의해서는 1례가 해리가 있는 것으로 판독되었으며, 수술 소견상 해리가 있었던 6례의 경우는 단순방사선 소견 및 transverse histogram 소견 모두에서 해리가 없는 것으로 판독된 것은 없었다(Table 3, 4).

Table 2. Comparison of Clinical Finding with Transverse Histogram Finding.

Transverse histogram	Type I	Type II	Type III	Type IV
Clinical finding				
Loosening(-)	3	15	5	4
Loosening(+)	1	1	7	3

Table 3. Comparison of Radiological Finding with Operative Finding

Operative Finding	Loosening(+)	Loosening(-)
Radiologic Finding		
Loosening(+)	6	2*
Loosening(-)	0	7

* : discrepancy

Table 4. Comparison of Transverse Histogram with Operative Finding

Operative Finding	Loosening(+)	Loosening(-)
Transverse Histogram		
Type I	0	2
Type II	0	6
Type III	4	0
Type IV	2	1*

* : discrepancy

증례

수술시 대퇴 삽입물의 해리 여부를 확인할 수 있었던 증례 중 특기할 만한 것을 소개한다면 Table 1의 증례 9와 증례 14를 들 수 있겠다.

증례 9

우측 고관절의 퇴행성 관절염으로 재치환술을 시행하기 6년 11개월 전에 PM형의 고관절 치환술을 받은 남자로, 단순 방사선 사진상 대퇴 삽입물의 원위부는 대퇴골의 골경화 현상을 보이고, 대퇴 삽입물 주위에 골흡수 소견도 없었으나, 대퇴 삽입물 근위부 주위에 골경화성 띠를 갖는 골흡수 소견을 보여 해리가 있을 것으로 판단하였다.

Transverse histogram상 대퇴 삽입물의 원위부에는 삽입물과 골조직 간에 양호한 접촉을 의미하는 제 I 형이 전반적으로 나타났다. 수술 소견상 대퇴 삽입물의 근위부에서는 삽입물과 주위 골조직 사이에 얇은 육아조직이 끼어 있었으나, 삽입물의 원위부는 주위의 경화된 골조직과 밀착하고 있어서 피질골에 window를 내고도 삽입물을 뽑아내는 것이 매우 어려웠다(Fig. 5).

증례 14

재치환술 13년전인 55세 때 타병원에서 시멘트를 사용하여 고관절 치환술을 받은 여자 환자로, 단순 방사선 사진상 대퇴 삽입물의 근위부 외측에 삽입물과 골시멘트 사이에 미세한 간격이 있는 것으로 판단되어 삽입물과 골시멘트 사이에 해리가 있을 것으로 판단하였다. Transverse his-

Fig. 5. Twenty nine year old male at 6 years and 11 months after THRA on his right hip. A: Radiolucent zone outmargined with sclerotic line is seen around the proximal portion of the stem. However, there is no lucent zone around the distal portion of the stem. B: Transverse histogram of the peri-prosthetic BMD demonstrates typical type I patterns in distal portion of the stem. C: Intraoperatively, it was found that the proximal portion of the stem was surrounded by thin granulation tissue, and the distal portion of the stem was fixed tightly to the bone. D: Inner surface of the cortical window. There are many dimples made by the tightly fixed stem.

Fig. 6. Sixty eight year old female at 13 years after THRA.

A : Radiolucent line is identified between the stem and the surrounding bone cement at the lateral aspect of the proximal portion. B : Transverse histogram of the peri-prosthetic BMD displays typical Type IV pattern all over the stem.

togram상 불량한 접착을 의미하는 제 IV형이 전 반적으로 나타났으며 수술시 삽입물이 골시멘트로 부터 쉽게 분리되어 빠진 반면 골시멘트와 주위 골조직은 밀착되어 있었다(Fig. 6).

고 찰

DEXA(Dual Energy X-ray Absorptiometry)는 X-ray spectrum 중 두개의 좁은 energy band만을 이용하여 연부조직에 구애받지 않고 골의 무기질량을 측정할 수 있는 방법으로서 최근에 주로 골조송증의 진단을 위하여 많이 이용되고 있다. 제조회사에서는 이러한 원리를 이용한 DEXA의 활용을 위해 여러가지 컴퓨터 프로그램을 개발하여 제공하였으며, 이중 본 연구에서는 고관절 치환술의 대퇴 삽입물 주위의 골밀도 측정 프로그램

을 이용하였다²⁾.

대퇴 삽입물 주위 골밀도의 분석에는 다음 3가지의 대표적인 양식이 이용된다²⁾. 첫째는 대퇴 삽입물 근위부, 즉 전자부의 4개 관심영역(region of interest, ROI)의 골밀도를 측정하는 양식인데 이들 부위는 고관절 치환술 후 골흡수가 자주 문제되는 곳으로 최근 이 부위의 골밀도를 경시적으로 측정한 결과가 보고되고 있다(Fig. 7)^{1, 3, 4, 5, 6)}. 본 연구의 대상 환자들에서 이곳 4개 영역의 골밀도를 측정하여 해리군과 비해리군간에 차이가 있는지를 확인하고자 하였으나 대상 환자중 이 부위의 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 골시멘트 사용례와 대전자부 강선 고정례를 제외한 나머지 숫자가 통계적 처리를 할 만큼 충분하지 못했는데, 단순한 비교로는 양군 간에 큰 차이가 없었다.

Fig. 7. Peri-prosthetic bone mineral density of a femoral stem. This analysis method demonstrates the bone mineral densities of the regions of interest.

Fig. 8. Longitudinal histogram of the peri-prosthetic bone mineral density of a femoral stem.

두번째 양식인 longitudinal histogram은 평면상에서 대퇴 삽입물 주위의 일정한 거리까지의 골밀도를 평면적으로 표시하는 방법인데, 본 연구에서는 대퇴 삽입물의 해리 여부 판정에 있어 특별한 의미를 부여할 만한 점을 찾을 수 없었다 (Fig. 8).

세번째 양식은 transverse histogram으로 이는 대퇴 삽입물의 횡단면에서 삽입물 주위의 골밀도를 삽입물로부터 대퇴골 피질 표면까지 연속적으로 나타내는 방법으로 본 연구에서 특별히 관심을 가지고 분석한 양식이다. Transverse histogram은 하나의 삽입물 주위에서도 측정 부위에 따라 매우 다양한 양상으로 나타나는 데, 저자들은 이번 연구에서 이를 4개의 대표적인 형태로 단순화 할 수 있었다. 제 I형과 제 II형은 대퇴 삽입물과 골시멘트 혹은 골조직 사이의 접촉 상태가 양호한 것을 의미하며, 제 III형과 제 IV형은 불량한 것을 의미한다고 판단되었다. 그러나 이 형태

들은 한 대퇴 삽입물이 transverse histogram에 함께 섞여서 나타날 수 있기 때문에 어느 한 가지가 나오면 무조건 해리가 있다 혹은 없다고 판단할 수 있는 것은 아니며, 대퇴 삽입물의 근위단부터 원위단까지의 transverse histogram을 모두 관찰하여 주로 나타나는 형태 혹은 연속적으로 나타나는 형태 등을 고려하여야 해리 여부를 판단할 수 있을 것으로 사료되었다. 또한 대퇴 삽입물 근위 1/3에서의 transverse histogram은 주위골의 골밀도가 상대적으로 낮아서 그런지 그 형태가 매우 불규칙하여 해리 판정에 이용하기 힘들었다.

Table 1의 증례 14의 transverse histogram 소견은 transverse histogram으로 대퇴 삽입물과 골시멘트 사이의 접촉 상태를 확인할 수 있는 가능성을 시사한다고 판단되었는데, 단순 방사선 사진 등 현재까지 삽입물과 골시멘트 사이의 접촉 상태를 객관적으로 확인할 방법이 없는 실정이므로 앞으로 이 가능성을 확인할 연구가 필요하다고 생각한다.

대상례 중 재치환술을 시행한 15례에서 수술중 대퇴 삽입물의 고정 상태를 확인할 수 있었는데, 이들례의 수술 소견과 transverse histogram 결과 및 단순 방사선 소견과의 비교 분석에서 transverse histogram의 해리여부 판별 능력이 상당한 가치를 부여할 만하다고 사료되었다. 따라서 고관절 치환술 후 대퇴 삽입물 주위의 골밀도의 경시적 변화 양상 등 기본적인 자료의 확립이 필요하다고 사료된다. 이런 기초 자료가 확립된다면 transverse histogram으로 고관절 치환술의 대퇴 삽입물 각부위의 고정 상태를 평가할 수도 있을 것으로 기대된다.

요 약

고관절 전치환술 후 평균 6년 2개월 만에 DEXA를 이용 대퇴 삽입물 주위의 골밀도를 측정 한 총 35명, 39 고관절의 임상 및 방사선 소견과 대퇴 삽입물 주위 골밀도의 transverse histogram 소견을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) Transverse histogram에서 대퇴 삽입물 주위

의 골밀도 분포는 4가지의 대표적인 형태를 취하였는데, 2가지는 대퇴 삽입물과 주위의 골조직 혹은 골시멘트의 접촉이 양호한 것을 의미하고 나머지 2가지는 불량한 것을 의미하는 것으로 판단되었다.

2) Transverse histogram에 의한 대퇴 삽입물의 해리 여부 판정 결과가 수술 소견과 상당히 일치하였다.

3) Transverse histogram으로 골시멘트와 대퇴 삽입물 사이의 접촉상태를 판단할 수 있을 것으로 사료되었다.

이상과 같은 결과는 대퇴 삽입물 주위 골밀도의 transverse histogram이 삽입물과 주위 골조직 혹은 골시멘트와의 접촉 상태를 평가하는데 이용될 수 있음을 시사한다고 판단되며, 앞으로 DEXA를 이용한 고관절 치환 대퇴 삽입물 주위 골밀도의 경시적 변화에 대한 자료를 확립할 필요가 있다고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Bobyn, J.D., Mortimer, E.S., Glassman, A.H., Engh, C.A., Miller, J.E. and Brooks, C.E.: *Producing and avoiding Stress shielding: laboratory and clinical observations of noncemented total hip arthroplasty*. Clin. Orthop., 274 : 79-96, 1992.
- 2) DPX Operator's Manual, Lunar Corporation, Wisconsin, 1990.
- 3) Kearns McCarthy, C.K., Steinberg, G.G., Agren, M., Leahey, D., Wyman, E. and Baran, D.T.: *Quantifying bone loss from the proximal femur after total hip arthroplasty*. J. Bone and Joint Surg., 73-B : 774-778, 1991.
- 4) Kiratli, B.J., Heiner, J.P., Mckinly, N. and McBaath, A.A.: *Bone mineral density of the proximal femur after uncemented total hip arthroplasty*. Trans 37th Annual O.R.S., 2 : 545, Anaheim, California, March 4-7, 1991.
- 5) Richmond, B.J., Eberle, R.W. and Stulberg, B.N.: *DEXA versus radiography in determination of bone remodeling changes around uncemented custom femoral endoprosthesis*. J. Bone and Joint Surg., 74-B (Suppl II) : 165, 1992.
- 6) Steinberg, G.G., McCarthy, C.K. and Baran, D.T.: *Quantification of bone loss of the proximal femur after total hip arthroplasty*. Trans 37th Annual O.R.S., 2 : 221, Anaheim, California, March 4-7, 1991.