

# 슬관절 주위에 발생한 골종양 환자에서 종양 대치물을 이용한 재건술 후 기능적 평가 및 보행 분석의 유용성

Utility of Gait Analysis and Functional Assessment of Prosthetic Reconstruction in Bone Tumor around the Knee

이진호 • 설영준 • 정성택

전남대학교병원 정형외과

**목적:** 슬관절 주위에 발생한 골종양 환자에서 종양 대치물을 이용한 재건술의 결과와 보행 분석의 유용성을 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2001년부터 2010년까지 슬관절 주위에 발생한 골종양에 대하여 광범위 절제술 후 종양 대치물을 이용한 재건술을 시행 받은 30명 중 7명을 대상으로 하였으며 기능적 결과 및 보행 분석 검사를 평가하였다.

**결과:** SF-36 점수는 신체적, 정신적 역할제한 항목에서 각각 100% (100점)으로 높은 점수를 보였으며 일반 건강상태, 신체적 기능 정도, 활력, 사회적 기능에서 낮은 점수를 나타냈다. 또한 MSTS 평가의 종합 평균 점수는 88.1% (23.8점[17-27])였다. 보행 분석 검사상 평균 보행 속도 97.2 m/s, 평균 분속수 105.6 step/min, 평균 활보장 111.3 m, 평균 보장 61.5 cm, 유각기 39.8%cycle, 입각기 60.1%cycle, 평균 단하지 지지기 37.1%cycle, 평균 양하지 지지기 13.0%cycle, 평균 발 들림시기 60.7%cycle였다.

**결론:** 슬관절 주위 종양에 대한 광범위 절제술 후 종양 대치물을 이용한 재건술은 좋은 기능적결과를 기대할 수 있으며, 보행 분석 검사는 술 후 환자의 상태를 정량적으로 평가함으로써 보행 모습 및 기능을 객관화 할 수 있는 한 방법으로 사료되며 기능적 평가 방법과 함께 치료 및 술 후 재활 계획을 세우는데 도움이 되리라 생각된다.

**색인단어:** 보행 분석, 기능적 검사, 종양 대치물, 슬관절 주위 골종양

## 서 론

최근 근골격계 악성 종양의 치료의 한 방법으로 사지 구제술은 널리 이용되고 있으며, 이를 이용한 치료는 사지 악성종양 환자의 약 70-80%까지 보고되고 있다.<sup>1-5</sup> 더욱이 술 전 진단 검사 의학의 발달과 수술 술기, 항암 화학 요법 및 방사선 치료 요법의 비약적인 발전은 사지 구제술 후 환자들의 생존율을 크게 향상시켰다.<sup>6-9</sup> 하지만 환자들의 생존율의 증가와 근골격계 종양이 비교적 젊은 나이에 호발한다는 점은 종양 수술 후 시행한 재건술에 대한 내구성 및 술후 기능적 결과에 대한 관심을 증대시키고 있으며<sup>2,10,11</sup> 특히 슬관절은 근골격계 종양의 가장 호발 부위 중 하나이며 종양 대치물을 이용한 재건술이 보편화되어 시행되고 있기

에 그 중요성은 점점 커지고 있다.<sup>11-13</sup> 이로 인해 술 후 기능적 평가를 위한 Musculoskeletal Tumor Society functional classification scale, MSTS)<sup>14-16</sup> 및 SF-36 (Short form 36 health survey questionnaire)<sup>17,18</sup> 등의 방법들이 소개되어 널리 사용되고 있다. 하지만 술 후 환자의 평가에 있어서 이학적 검사 및 동통의 유무 등의 평가는 검사자와 피험자의 주관에 개입되는 한계점을 갖는다. 이에 저자들은 환자의 술 후 상태를 보행분석을 통해 객관화하고 이를 기능적 분류 척도(MSTS)<sup>14-16</sup> 및 SF-36<sup>17,18</sup>과 비교 분석함으로써 종합적 기능적 평가와 함께 보행분석의 유용성을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2001년 8월부터 2009년 4월까지 본과에서 슬관절 주위에 발생한 종양에 대하여 광범위 절제술 후 종양 대치물을 이용한 재건술을 시행받은 환자 30명을 대상으로 하였으며 이 중 폐 전이로 인한 사망 3명, 보행 분석 검사를 거부한 9명, 추시가 불가능하였던 11

접수일 2012년 10월 18일 심사수정일 2012년 11월 23일

게재확정일 2012년 11월 25일

교신저자 정성택

광주시 동구 학동 8, 전남대학교병원 정형외과

TEL 062-227-1640 FAX 062-225-7794

E-mail stjung@chonnam.ac.kr

명을 제외한 술 후 2년 이상 경과하였으며 보행 분석이 가능했던 환자 7명을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 수술 당시 평균 나이는 19.7세(15-32세)였으며, 남자 4명, 여자 3명이었다. 부위에 따라 대퇴골 원위부 3예, 경골 근위부 3예, 대퇴골 원위부와 경골 근위부에 동시 발생이 1예였으며, 조직학적 진단에 따라 골육종이 6예, 다발성 거대 세포종 1예였다. 각각에 있어 종양의 연부조직 침범 정도에 따라 광범위 절제술을 시행하였으며 슬관절의 신전근이 절제된 후에는 Trevira® tube (Implantcast, Buxtehude, Germany)를 이용하여 치환물 주위로 봉합하여 근육을 재건하였다. 또한 경골 근위에 발생한 3예 모두에서 추가적으로 비복근 이전술 및 피부 이식술을 시행하였다. Enneking staging system<sup>19)</sup>에 의한 분류상 모든 골육종 환자는 stage IIB에 해당하였으며, 거대 세포종 1예는 Stage 3의 양성 종양으로 분류 되었다. 모든 환자에서 MUTARS®-Muster종양 대치물(Implantcast, Buxtehude, Germany)을 사용하였다. 종양의 광범위 절제술 후 재건술 시행 시 종양 대치물만을 사용한 경우가 5예였으며, 동종골-종양 대치물 복합체 사용이 2예였다. 추시 중 술 후 5년 종양 대치물의 원위 대퇴골부위의 해리 1예와 술 후 7년 관절 내 폴리에틸렌 마모가 발생했던 1예에서 재치환술을 시행하였으며 2예 모두 원발 종양은 골육종이었다.

환자들의 평균 추시 기간은 처음 수술 후로부터 평균 69.1개월(24-115)이었으며, 보행분석 및 기능적 평가는 술 후 평균 67.8개월(18-116)에 시행되었으며 재치환술을 받은 2예의 경우 재치환술 후로부터 각각 8개월, 24개월에 시행하였다. 근위 경골에 종양이 위치했던 3예 모두와 원위 대퇴골에 위치했던 1예에서 신전근 손상에 대해 Trevira® tube (Implantcast, Buxtehude, Germany)를 이용한 재건술을 시행하였으며 모든 레에서 종양의 국소재발이나 원격 전이는 없었다(Table 1).

## 2. 연구 방법

외래 추시를 통한 후향적인 연구를 시행하였으며, 종양의 위치 및

크기, 분류, 치료 시 절제된 연부조직 여부, 술 후 합병증 등을 분석하였다. 모든 환자에서 EVA 동작분석기(pedar-x system, novel GnbH, Germany)를 이용하여 보행 분석을 시행하였으며 동일 기간에 MSTs<sup>14-16)</sup> 및 SF-36 점수를<sup>17,18)</sup> 이용해 환자의 기능적 평가를 시행하였다.

### 1) 기능적 평가

환자의 외래 방문 시 보행 분석과 함께 설문 조사를 바탕으로 기능적 결과를 평가하였으며, 방법으로 Enneking 등이 ISOLS (International Symposium on Limb Salvage)에서 발표한 통증(pain), 기능(function), 정서적 만족(emotional acceptance), 보조기(support), 보행능력(walking ability), 보행(gait)의 항목으로 이루어진 기능적 분류 척도(Musculoskeletal Tumor Society functional classification scale, MSTs)와 함께 환자의 신체적 정신적 기능상태를 평가하는데 널리 이용되고 있는 SF-36 (Short form 36 health survey questionnaire)점수를 이용하였다. 각각 주어진 항목에 대해 점수를 평가한 후 합산하여 총점을 산출한 후, 결과는 최대 총점에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

### 2) 보행 분석

보행 분석의 과정은 다음과 같다. 환자의 신장, 체중, 하지 길이, 족부의 길이와 폭을 기초자료로 하여, 피험자의 양측 전상부 장골극, 양측 후상부 장골극 높이의 천골 중앙부, 슬관절 회전중심부, 대퇴부, 하퇴부, 족관절부, 발뒤꿈치, 전족부에 표지자를 부착한 후 서 있는 자세로 정적 자료를 얻었다. 이후 피험자는 표지자를 부착한 상태로 7 m 보행로를 약 5회 정도 반복적으로 자유롭게 걷게 한 후, 다시 5회 이상 보행로를 걷게 하여 8대의 Eagle Digital camera (Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA, USA)가 120 Hz의 속도로 각 표지가 움직이는 것을 인식하여 각 관절의 3차원적 운동형상학 분석을 시행하였다. 아울러 바닥에 설치되어 있는 2개의 힘판(force plate, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland)에 발이 닿으면서 수직면, 내외측 및 전후면으로 발생하는 반발력을 측정하여 운동 역학적 자료를 측정하였다. 보

Table 1. Clinical Outcome after Tumor Prosthetic Reconstruction

Patient	Sex	Age	Diagnosis	Stage	Tumor size (cm)	Involved side	Extensor mechanism injury	Follow up duration (month)	Assessment duration (month)	Complication
1	M	32	Osteosarcoma	IIb	14x11x9	Distal femur	(+)	23	18	(-)
2	M	18	Osteosarcoma	IIb	17x7.6	Distal femur	(-)	115	116	(-)
3	M	22	Osteosarcoma	IIb	4.3x5x4.4	Distal femur	(-)	74	74	Femoral stem loosening
4	F	19	Giant cell tumor	3	Multicentric	Distal femur & Prox Tibia	(-)	100	102	(-)
5	F	16	Osteosarcoma	IIb	2.5x4.7x2.6	Prox Tibia	(+)	23	24	(-)
6	M	15	Osteosarcoma	IIb	8.6x6.0x5.5	Prox Tibia	(+)	93	90	Liner wear
7	F	17	Osteosarcoma	IIb	3.1x5.2x3.2	Prox Tibia	(+)	56	51	Foot drop

## 결 과

행 선형지표인 보행속도(walking velocity), 분속수(cadence), 보장(step length), 활보장(stride length), 단하지 지지기(single support), 양하지 지지기(double support), 유각기(swing phase), 입각기(stance phase) 등을 측정하였으며, 3차원 운동 형상학 지표로 시상면, 관상면, 횡단면에서 골반, 고관절, 슬관절, 족근관절의 회전 각도를 측정하였다. 3차원 운동학 지표 역시 고관절, 슬관절, 족근관절의 모우먼트와 힘을 시상면, 관상면, 횡단면으로 측정하였다. 이렇게 얻어진 결과는 OrthoTrak (Version 6.6.1, Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA, USA)를 사용하여 분석하였으며 한 보행 주기를 100등분하여 각 시기의 수치를 각 군간의 평균값과 표준편차를 구하였으며 Gage 등이 제시한 16개의 주요 지수<sup>20)</sup>를 추출하였다. Kruskal-Wallis test를 이용하여 각 국의 지수의 차이 유무를 분석하였고 의미 있는 차이가 있는 경우 Wilcoxon rank sum test를 비교하였다. 통계는 SPSS for window (version 11.0.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며 유의성의 p 검정치(<0.05)와 pearson 상관계수( $\rho$ )로 판단하였다. 이를 정상인에서 얻은 보행 분석결과를 기준값(From the soft ware, Dupont Children's Hospital in Delaware)으로 하여 비교 분석하였다.

SF-36 평가의 신체적 평가 영역 중 신체적 기능은 87.1% (61점 [55-70]), 신체적 역할 제한은 100% (100점), 통증 정도는 89.3% (82.2점[65-92]), 일반 건강 90.7% (60.8점[58-67])이었으며, 정신적 평가 영역 중 활력 92.8% (65점[60-70]), 사회적 기능 65.4점(63-75), 정신적 역할 제한 100% (100점), 정신건강 96.6% (69.6점[64-72])로 신체적 역할제한 항목과 정신적 역할제한 항목에서 높은 점수를 보였으며, 상대적으로 몸의 일반 건강상태, 신체적 기능 정도, 활력, 사회적 기능에서 낮은 점수를 나타냈다(Table 2).

MSTS 평가의 종합 평균 점수는 88.1% (23.8점[17-27])였으며, 각각 통증 96% (4.8점[4-5]), 기능 84% (4.2점[3-5]), 정서적 만족 92.5% (3.7점[3-4]), 보조기 82% (4.1점[2-5]), 보행능력 77.5% (3.1점 [2-4]), 보행 92.5% (3.7점[3-4])로 평가되었다. 통증 정도 부분에서 가장 높은 점수를 보여주었으며, 보행 능력에서 가장 낮은 점수를 나타내었다(Table 3). 이 중 통증은 기능, 정서적 만족, 보조기, 보행과 양적 상관관계를 보였다( $p < 0.05$ ).

7명의 환자에 대한 보행 선형지수는 평균 보행속도는 97.2 m/s이며, 기준 값(124.2 m/s)<sup>21)</sup>에 비해 22% 감소 건축(95.8 m/s)에

Table 2. SF-36 Score in Patients

Patient	Physical Health				Mental Health			
	PF*	RP <sup>†</sup>	BP <sup>‡</sup>	GH <sup>§</sup>	V <sup>  </sup>	SF <sup>¶</sup>	RE <sup>**</sup>	MH <sup>††</sup>
1	55	100	90	58	65	63	100	72
2	70	100	78	79	70	75	100	76
3	65	100	78	63	65	63	100	64
4	70	100	90	79	70	63	100	72
5	70	100	65	58	60	63	100	68
6	60	100	90	58	65	75	100	72
7	55	100	88	67	70	63	100	72
Average	63.5	100	82.7	66	66.4	66.4	100	70.8

\*Physical Functioning, <sup>†</sup>Role-Physical, <sup>‡</sup>Bodily Pain, <sup>§</sup>General Health, <sup>||</sup>Vitality, <sup>¶</sup>Social Functioning, <sup>\*\*</sup>Role-Emotional, <sup>††</sup>Mental Health.

Table 3. The Revised Musculoskeletal Tumor Society Rating Scale

Patient	Pain	Function	Emotional acceptance	Support	Walking ability	Gait	Total
1	5	5	4	5	4	4	27
2	5	4	4	5	3	4	25
3	4	3	3	2	2	3	17
4	5	4	4	5	4	4	26
5	5	4	3	2	3	3	20
6	5	5	4	5	3	4	26
7	5	5	4	5	3	4	26
Average	4.8	4.3	3.7	4.1	3.1	3.7	23.8

Table 4. Comparison of Gait Parameters in Patients

Patient	Walking velocity (m/s)	Cadence (step/min)	Stride length (m)	Step length A/B (m)	Swing phase A/B (%cycle)	Stance phase A/B (%cycle)	Single support (%cycle)	Double support (%cycle)	Time of toe off (%cycle)
1	76.0 (61.24%)	84.3 (85.8%)	108.6 (83.6%)	57.5/ 62.8	39.8/ 32.8	60.1/ 67.1	32.9 (83.2%)	15.8 (144.9%)	60.1 (99.3%)
2	111.0 (89.3%)	102.7 (104.3%)	129.3 (99.6%)	66.8/ 72.4	39.1/ 40.4	60.8/ 59.5	40.5 (102.5%)	9.8 (89.9%)	60.9 (100.6%)
3	109.0 (87.7%)	111.3 (112.5%)	117.5 (90.5%)	58.1/ 69.3	39.8/ 38.6	60.1/ 61.3	38.7 (97.9%)	12.4 (113.7%)	60.1 (99.3%)
4	101.8 (81.9%)	100.4 (101.8%)	121.9 (93.9%)	62.9/ 68.7	40.9/ 41	59.0/ 59.0	41.0 (103.8%)	9.7 (88.9%)	59.1 (97.6%)
5	111.0 (89.0%)	110.8 (105.0%)	120.5 (92.8%)	60.3/ 69.5	40.8/ 36.0	59.1/ 63.9	36.1 (91.3%)	10.7 (98.1%)	59.1 (97.6%)
6	81.0 (66.8%)	122.6 (101.1%)	79.2 (61.0%)	69.9/ 74.9	40.4/ 40.4	59.5/ 59.6	35.5 (89.8%)	17.5 (160.5%)	62.9 (103.9%)
7	91.2 (73.2%)	107.2 (105.1%)	102.3 (78.8%)	55.3/ 56.8	37.5/ 34.7	62.4/ 65.2	34.7 (87.8%)	15.3 (140.3%)	62.4 (103.1%)
Average	97.2 (78.5%)	105.6 (102.2%)	111.3 (85.7%)	61.4/ 67.3	39.8/ 37.7	60.1/ 62.5	37.0 (93.8%)	13.0 (119.5%)	60.6 (100.2%)

( ): % compared to normal value. A, involved leg; B, uninvolved leg.

Table 5. Comparison of MSTS Total Score and SF-36 Score in Patients

Total MSTS score	PF*	BP <sup>†</sup>	GH <sup>‡</sup>	V <sup>§</sup>	SF <sup>  </sup>	MH <sup>¶</sup>
$\gamma$		0.738	0.249	0.538	0.295	0.862
p		0.058	0.590	0.213	0.521	0.013

\*Physical Functioning, <sup>†</sup>Bodily Pain, <sup>‡</sup>General Health, <sup>§</sup>Vitality, <sup>||</sup>Social Functioning, <sup>¶</sup>Mental Health.

Table 6. Comparison of MSTS Total Score and Gait Parameters in Patients

Total MSTS score	Walking velocity	Cadence	Stride length	Step length	Swing phase	Stance phase	Single support	Double support	Time of toe off
$\gamma$	0.368	0.214	0.241	0.224	-0.224	0.08	-0.357	0.355	0.394
p	0.003	0.621	0.602	0.629	0.629	0.865	0.004	0.435	0.381

비해 1.4% 증가 소견을 보였으며, 평균 분속수 105.6 steps/min이며, 기준 값(98.4 steps/min)<sup>19)</sup>보다 약 2% 증가 소견을 나타냈다. 평균 활보장은 111.3 m로 기준 값(129.8 m)<sup>19)</sup>과 비교하여 약 15% 감소 소견을 보였으며, 평균 보장은 61.5 cm로 기준값(65.2 cm)에 비해 6% 감소 견측(67.3 cm)에 비해 9.4% 감소를 보였으며, 환측의 유각기(39.8%cycle)는 견측(37.7%cycle)에 비해 길었으며 입각기(60.1%cycle)는 견측(62.2%cycle)에 비해 짧았다. 평균 단하지 지지기 37.1%cycle로써 기준 값(39.5%cycle)<sup>19)</sup>의 93%에 해당하였으며, 평균 양하지 지지기 13.0%cycle로써 기준 값(10.9%cycle)<sup>19)</sup>보다 약 19% 증가하였다. 또한 평균 발 들림시기 60.7%cycle였으며, 이는 기준 값(60.5%cycle)<sup>19)</sup>과 유사하였다(Table 4).

MSTS 평가 및 SF-36평가를 통한 결과는 정신 건강 항목에서의 유의 있는 결과( $\gamma=0.862$ ,  $p=0.013$ )를 보였다(Table 5). MSTS score

의 총점 수치와 보행 선형지수인 분속수, 보당, 활보장, 활보장 시간, 보장 시간, 단하지 지지기, 양하지 지지기와의 각각의 값들과의 상관관계는 관찰되지 않았으나, 보행 속도와의 양의 상관 관계( $\gamma=0.368$ ,  $p=0.003$ )를, 단하지 지지기 값과 음의 상관관계( $\gamma=-0.357$ ,  $p=0.003$ )를 나타냈다(Table 6). 또한 보행 속도와 단하지 지지기와의 음의 상관관계( $\gamma=-0.877$ ,  $p=0.01$ )를 보였으며, 보행 선형지수와 술 전 종양의 크기, 신전건 손상유무와의 상관관계 분석에 있어서는 특별한 연관성은 관찰되지 않았다. 또한 재치환술을 받았던 2명의 환자들의 경우 다른 환자들에 비해서 선형 보행지수가 의미 있게 감소하거나 증가하지 않았다.

합병증으로는 관절내 폴리에틸렌 마모 1예, 대퇴골 원위부 대 치물 해리 1예가 발생하여 재치환술을 시행 하였으며, 수술 직후 1예에서 비골 신경 손상에 의한 자의적 족매 운동 소실이 발생하

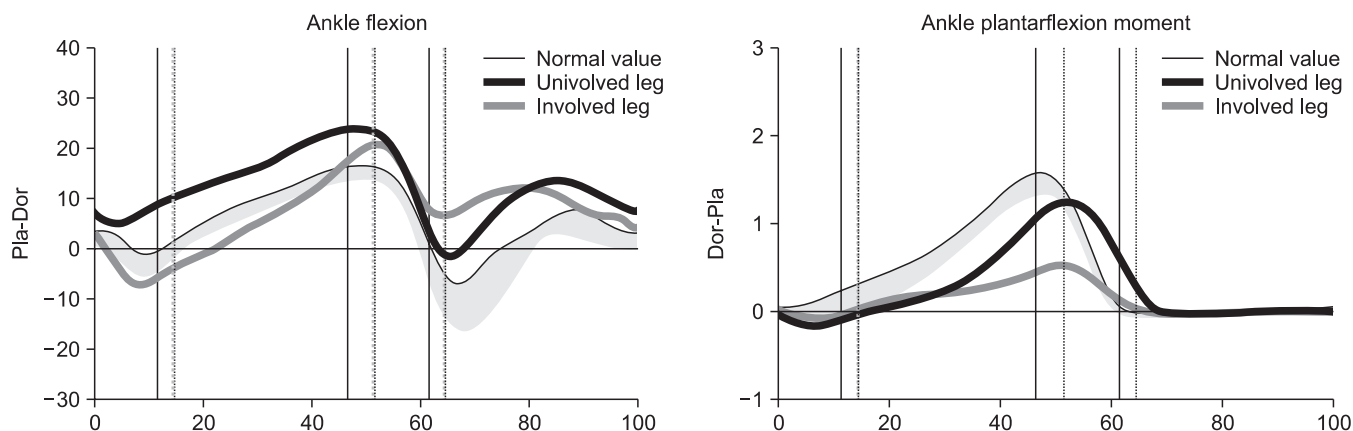


Figure 1. Gait analysis of the patient with peroneal nerve injury. We can notice the recovery of ROM and decreased moment of joint of involved leg.

였으며 술 후 1년 후 장무지 굴곡건 이진술을 통해 하수족을 교정하였다. 이로 인한 족관절의 운동 범위 회복 및 운동 모우먼트의 감소를 확인하였다(Fig. 1).

## 고 찰

본 연구에서는 슬관절 주위의 중양에 대하여 광범위 절제술 후 중양대치물을 이용한 재건술을 시행한 환자들을 대상으로 하여 MSTs 평가 및 SF-36 평가를 통한 기능적 평가와 보행 분석을 시행 하였으며, MSTs 평가와 SF-36 평가에서 신체적 건강에 비해 정신적 건강 부분에서 유의있는 상관 관계를 통해 환자의 만족도를 추정해 볼 수 있겠다.

몇몇 연구에서 본 연구와 유사하게 MSTs 기능적 평가방법과 실제 환자의 객관적 자료와의 상관 관계에 대한 연구가 이뤄졌다. 특히 Otis 등<sup>19)</sup>, McClenhaghan 등<sup>22)</sup>, Harris 등<sup>23)</sup>은 보행 분석을 이용한 객관적 평가를 보고하였으며 Kawai 등<sup>5)</sup>은 대퇴골 원위부의 악성종양에 대하여 중양대치물을 이용한 슬관절 재건술을 시행 받은 36명의 환자를 대상으로 순 에너지 비용(net energy cos)과 비대칭적인 단하지 지지기가 MSTs 평가 방법으로 얻어진 기능적 총점과 유의하게 반비례한다고 보고하였으며, MSTs 평가 항목 중 보행 형태 항목이 보행 분석의 결과와 밀접한 관련이 있다고 언급하였다. 본 연구에서도 MSTs 총점과 단하지 지지기와의 음의 상관관계를 확인하였다.

또한 골 절제율이 40% 이상인 경우 중양 대치물의 생존율이 좋지 않다고 하였다. 하지만 본 연구에서 보행 선형지수와 술 전 종양의 크기, 신전건 손상유무와의 상관관계 분석에 있어서는 특별한 연관성은 관찰되지 않았다. 이는 본 연구 대상이 적은 점, 40% 이상의 절제가 필요하지 않았던 점, 대상이 비교적 젊기에 신전건 재건술 후에도 비교적 재할 운동이 용이했던 점 등이 작용했으리라 사료된다.

Rompen 등<sup>2)</sup>은 18명의 대퇴골에 발생한 종양에 대하여 중양대

치물을 이용한 재건술을 시행 받은 환자를 대상으로 한 연구에서 MSTs 평가 항목의 보행과, 보행 분석 중 보행 속도가 비례하는 높은 상관관계를 갖는다고 보고하였다. 또한 MSTs 점수와 Ambulation score<sup>2)</sup>가 유의 있는 상관관계가 있음을 보고하였다. 본 연구에서도 MSTs 점수와 SF-36 점수간에 정신건강에서 유의 있는 상관관계( $\gamma=0.862$ ,  $p=0.013$ )를 보였으며 보행 속도와 MSTs 평가의 총점과 상관관계( $\gamma=0.368$ ,  $p=0.003$ )를 갖는 것을 알 수 있었다. 또한 MSTs 평가의 총점과 단하지 지지기 값이 서로 음의 상관관계( $\gamma=-0.357$ ,  $p=0.003$ )를 나타냈으며 보행속도의 증가와 단하지 지지기 감소와는 유의있는 음의 상관관계( $\gamma=-0.877$ ,  $p=0.01$ )를 나타냈다. 즉, 이는 건축에 비해 환측의 유각기의 증가 및 입각기의 감소를 통해 환측에 부하를 줄이고자 하는 환자의 의식 혹은 무의식의 표현이라 해석된다.

본 연구에 참여한 환자 중 3예에서 술 후 합병증이 발생하였다. 관절 내 폴리에틸렌 마모가 발생한 환자의 경우 재건술 후 4년 8개월 후부터 슬관절 불안정성 및 통증이 발생하였으며 이에 대하여 폴리에틸렌 교체 및 내측 측부인대 보강술을 시행하였다. 대퇴골 부위의 중양 대치물의 해리가 발생한 환자에 대해 재치환술을 시행 후 재활을 통해 좋은 결과를 보여주었다. 비골 신경 손상에 대하여 1년 정도의 유예기간을 둔 뒤 장모지 굴근 이진술을 통하여 하수족을 막을 수 있었다. 두 번의 수술을 시행 받은 3명의 환자들의 기능적 평가 결과 상 다른 환자들과 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 환자들 모두가 젊은 나이의 환자이기때문에 회복 및 재활이 원활이 이루어진 것으로 생각되며, 대부분의 사지 구제술을 시행 받는 원발성 종양이 젊은 나이에 호발한다는 점을 고려할 때, 합병증이 발생한 환자에 대한 적극적인 치료는 보다 나은 기능을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 대상이 적다는 제한점을 갖는다. 더욱 많은 예를 분석하고 장기적인 추적 조사가 필요하리라 생각된다. 하지만 술 후 2년 이상 추시를 시행하였으며 보행 분석 및 기능적 평가에 있어서 모든 환자들에게 있어서 만족할 만한 결과를 얻은점에 의의를

둘 수 있겠으며 술 후 기능적 평가를 보행 분석을 통해 객관화 할 수 있음에 의의가 있겠다. 또한 본 연구에서는 보행 분석 시 고려하여야 할 나이나 성별을 고려하지 않았다. 같은 나이대의 정상인 보행 분석 결과가 크게 차이 나지 않기 때문이며, 여성이 남성에 비해 운동 형상학적으로 움직임만 작을 뿐 보행의 패턴에는 큰 차이가 없기 때문이다.

## 결 론

슬관절 주위에 발생한 종양에 대한 광범위 절제술 후 종양대치물을 이용한 재건술은 좋은 기능적 결과를 기대할 수 있으며 술후 환자의 기능적 평가에 있어 보행 분석을 통한 객관적 지표는 환자의 기능 평가의 한 수단으로 의의가 있을 것으로 생각되며 또한 술 전후 및 재활 치료의 지표로 사용될수 있는 좋은 평가 방법으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Beebe K, Song KJ, Ross E, Tuy B, Patterson F, Benevenia J. Functional outcomes after limb-salvage surgery and endoprosthetic reconstruction with an expandable prosthesis: a report of 4 cases. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:1039-47.
2. Rompen JC, Ham SJ, Halbertsma JP, van Horn JR. Gait and function in patients with a femoral endoprosthesis after tumor resection: 18 patients evaluated 12 years after surgery. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:439-46.
3. Campanacci M, Costa P. Total resection of distal femur or proximal tibia for bone tumours. Autogenous bone grafts and arthrodesis in twenty-six cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1979;61-B:455-63.
4. Enneking WF, Shirley PD. Resection-arthrodesis for malignant and potentially malignant lesions about the knee using an intramedullary rod and local bone grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59:223-36.
5. Kawai A, Backus SI, Otis JC, Healey JH. Interrelationships of clinical outcome, length of resection, and energy cost of walking after prosthetic knee replacement following resection of a malignant tumor of the distal aspect of the femur. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:822-31.
6. Schindler OS, Cannon SR, Briggs TW, Blunn GW, Grimer RJ, Walker PS. Use of extendable total femoral replacements in children with malignant bone tumors. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(357):157-70.
7. Ward WG, Dorey F, Eckardt JJ. Total femoral endoprosthetic reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(316):195-206.
8. Gosheger G, Hillmann A, Lindner N, Rödl R, Hoffmann C, Bürger H, Winkelmann W. Soft tissue reconstruction of megaprotheses using a trevira tube. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(393):264-71.
9. Bielack SS, Kempf-Bielack B, Delling G, et al. Prognostic factors in high-grade osteosarcoma of the extremities or trunk: an analysis of 1,702 patients treated on neoadjuvant cooperative osteosarcoma study group protocols. *J Clin Oncol.* 2002;20:776-90.
10. Ruggieri P, Bosco G, Pala E, Errani C, Mercuri M. Local recurrence, survival and function after total femur resection and megaprosthesis reconstruction for bone sarcomas. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2860-6.
11. Skaliczki G, Antal I, Kiss J, Szalay K, Skaliczki J, Szendroi M. Functional outcome and life quality after endoprosthetic reconstruction following malignant tumours around the knee. *Int Orthop.* 2005;29:174-8.
12. Donati D, Colangeli M, Colangeli S, Di Bella C, Mercuri M. Allograft-prosthetic composite in the proximal tibia after bone tumor resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:459-65.
13. Jeon DG, Kawai A, Boland P, Healey JH. Algorithm for the surgical treatment of malignant lesions of the proximal tibia. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(358):15-26.
14. Davis AM, Wright JG, Williams JI, Bombardier C, Griffin A, Bell RS. Development of a measure of physical function for patients with bone and soft tissue sarcoma. *Qual Life Res.* 1996;5:508-16.
15. Enneking WF. Modification of the system for functional evaluation of surgical management of musculoskeletal tumors. In: Enneking WF, ed. *Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology.* New York: Churchill Livingstone; 1987. 626-39.
16. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(286):241-6.
17. Brazier JE, Harper R, Jones NM, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ.* 1992;305:160-4.
18. McHorney CA, Ware JE Jr, Lu JF, Sherbourne CD. The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Med Care.* 1994;32:40-66.

19. Otis JC, Lane JM, Kroll MA. Energy cost during gait in osteosarcoma patients after resection and knee replacement and after above-the-knee amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:606-11.
20. Schutte LM, Narayanan U, Stout JL, Selber P, Gage JR, Schwartz MH. An index for quantifying deviations from normal gait. *Gait Posture.* 2000;11:25-31.
21. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(153):106-20.
22. McClenaghan BA, Krajbich JI, Pirone AM, Koheil R, Longmuir P. Comparative assessment of gait after limb-salvage procedures. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:1178-82.
23. Harris IE, Leff AR, Gitelis S, Simon MA. Function after amputation, arthrodesis, or arthroplasty for tumors about the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:1477-85.

# Utility of Gait Analysis and Functional Assessment of Prosthetic Reconstruction in Bone Tumor around the Knee

Jin-Ho Lee, Young-Jun Seol, and Sung-Taek Jung

*Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea*

**Purpose:** This study attempts to know functional results and gait analysis usefulness in patients with bone tumor around knee joint tumors who underwent prosthesis knee joint reconstruction.

**Materials and Methods:** Retrospective study was conducted with 7 patients out of 30 patients who underwent prosthesis knee joint reconstruction after wide marginal excision for bone tumor around knee in orthopedics of this hospital from 2001 to 2010. Functional assesment and gait analysis were performed.

**Results:** For the SF-36 score, while 'role physical' and 'role emotional' items showed 100% (100 points) high scores individually, general health, physical function, vitality, and social function showed low scores. The mean score of MSTs was 88.1% (23.8 points [17-27]), indicating a relatively high score. For the gait analysis, mean gait velocity was 97.2 m/s, mean cadence was 105.6 step/min, mean stride length was 111.3 m, mean step length was 61.5 cm, swing phase was 39.8%cycle, stance phase was 60.1%cycle, mean single limb support was 37.1%cycle, mean double limb support was 13.0%cycle, and mean push off was 60.7%cycle.

**Conclusion:** It is expected that prosthesis reconstruction after wide marginal excision for bone tumor around knee has relatively good functional results. Gait analysis was considered one of method which showed gait phase and assessed functional ability objectively by quantitative assessment post operative patient condition. It might help treatment and post operative rehabilitation planning with the fuctional assesment.

**Key words:** gait analysis, functional assessment, prosthesis, knee joint tumor

---

**Received** October 18, 2012 **Revised** November 23, 2012 **Accepted** November 25, 2012

**Correspondence to:** Sung-Taek Jung

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Hospital, 8, Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea

**TEL:** +82-62-227-1640 **FAX:** +82-62-225-7794 **E-mail:** stjung@chonnam.ac.kr