대퇴골 전치환술 받은 악성 골종양 환자의 생존인자와 합병증

조완형 · 전대근[✉] · 송원석 · 박환성 · 남희승 · 김경훈

원자력병원 정형외과

Factors for Survival and Complications of Malignant Bone Tumor Patients with a Total Femoral Replacement

Wan Hyeong Cho, M.D., Dae-Geun Jeon, M.D.[✉], Won Seok Song, M.D., Hwan Seong Park, M.D.,
Hee Seung Nam, M.D., and Kyung Hoon Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Korea Cancer Center Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Total femoral replacement (TFR) is an extreme form of limb salvage. Considering the rarity of this procedure, reports have focused on the complications and a proper indication is unclear. This study analyzed 36 patients with TFR who were asked the following: 1) prognostic factors related to survival in patients who underwent TFR with a tumoral cause; 2) overall implant and limb survival; 3) complications, functional outcome, and limb status for patients surviving for more than 3 years.

Materials and Methods: According to the causes for TFR, 36 patients were categorized into three groups: extensive primary tumoral involvement (group 1, 15 cases), tumoral contamination by an inadvertent procedure or local recurrence (group 2, 16 cases), and salvage of a failed reconstruction (group 3, 5 cases). The factors that may affect the survival of patients included age, sex, cause of TFR, and tumor volume change after chemotherapy.

Results: The overall five-year survival of the 36 patients was 31.5%±16.2%. The five-year survival of 31 patients with tumoral causes was 21.1%±15.6%. The five-year survival of 50.0%±31.0% in patients with a decreased tumor volume after chemotherapy was higher than that of increased tumor volume ($p=0.02$). The five-year survival of 12 cases with a wide margin was 41.7%±27.9%, whereas that of the marginal margin was 0.0%±0.0% ($p=0.03$). The ten-year overall implant survival of 36 patients was 85.9%±14.1%. The five-year revision-free survival was 16.6%±18.2%. At the final follow-up, 12 maintained tumor prosthesis, three underwent amputation (rotationplasty, 2; above knee amputation, 1), and the remaining one had knee fusion. Among 16 patients with a follow-up of more than three years, 14 patients underwent surgical intervention and two patients had conservative management. Complications included infection in 10 cases, local recurrences in two cases, and one case each of hip dislocation, bushing fracture, and femoral artery occlusion.

Conclusion: Patients showing an increased tumor volume after chemotherapy and having an inadequate surgical margin showed a high chance of early death. In the long-term follow-up, TFR showed a high infection rate and the functional outcome was unsatisfactory. Nevertheless, this procedure is an inevitable option of limb preservation in selected patients.

Key words: total femoral replacement, survival rate, complications

서론

Received November 10, 2018 Revised April 17, 2019

Accepted September 20, 2019

[✉]Correspondence to: Dae-Geun Jeon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Korea Cancer Center Hospital, 75 Nowon-ro, Nowon-gu, Seoul 01812, Korea

TEL: +82-2-970-1242 FAX: +82-2-970-2403 E-mail: dgjeon@kcch.re.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5722-1080>

진단 시 종양의 범위를 측정하는 영상의학, 수술기법, 종양인공 관절 제작기술의 발전으로 대퇴골이나 상완골 전장의 종양인공 관절은 표준화된 제품으로 사용이 가능하다. 대퇴골 전장을 종양 인공관절로 치환해야 하는 임상적 적응증은 드물지만 1) 악성 종

양이 골수강 내로 길게 침범하거나 도약전이가 있어 내 고정물을 고정할 골질이 매우 짧은 경우, 2) 악성 골종양을 양성 골종양이나 외상성 혹은 전이성 골종양의 병적 골절로 오인하여 내 고정술 시행한 후 대퇴골 전장이 오염된 경우, 3) 원발성 골종양 치료 후 치환물 근위부에 국소재발이 발생하여 남은 정상 골질이 짧은 경우, 4) 사지구제술 후 종양인공관절 주대 근위부에 남은 골질이 짧은 상태에서 복잡 골절, 해리 등이 발생하여 새로운 주대를 지탱할 골질이 거의 없을 때 불가피하게 대퇴골 전치환술을 선택하게 된다.

대퇴골 전치환술 후 실패율이나 합병증에 대해 비교적 많은 증례를 포함한 연구는 2개이다. 원발 종양의 범위 22예와 실패한

재건술 11예를 치료한 연구는 환자의 10년 생존율이 16%로 낮았으나 내 고정물 실패율은 33%로 높지 않고 기능적 결과도 양호하다고 하였다.¹⁾ 진단 시 종양 침범 범위 26예와 기계적 파괴 및 국소재발로 이차적 재건술을 한 18예를 분석한 연구는 환자의 10년 생존율이 59%로 높았다. 합병증 빈도는 높으나 주로 연부조직 실패였고 감염률도 16%로 비교적 낮고 치환물의 5년 생존율은 97%로 하지 보존에 합당한 술식으로 판단하였다.²⁾ 저자들은 본 술식을 적용한 13예의 예비보고에 오인 수술을 받았거나 도약전이가 있던 환자는 전부 초기에 사망하여 본 술식의 적용에 신중을 기해야 한다고 제안하였다.³⁾ 그 후 증례 숫자가 늘면서 원발 종양 뿐 아니라 국소재발 및 재건술이 실패한 환자의 경

Table 1. Patients' Demographics

Variable	Group 1	Group 2	Group 3	Total (n=36)
Sex (male/female)	7/8	12/4	3/2	22/14
Average age, yr	13 (8–22)	38 (10–79)	19 (8–41)	26 (8–79)
Diagnosis				
Osteosarcoma	14	12	5	31 (86.1)
Chondrosarcoma		2	-	2 (5.6)
Ewing's sarcoma	1	-	-	1 (2.8)
MFH, bone	-	1		1 (2.8)
Metastatic carcinoma	-	1		1 (2.8)
AJCC Stage				
IIB	5	15	5	25 (69.4)
III	6	-	-	6 (16.7)
IV-A	2	1	-	3 (8.3)
IV-B	2	-	-	2 (5.6)
Initial tumor volume (ml)	685 (178–1,822)	493 (30–1,748)	301 (80–704)	547 (30–1,822)
Post-chemotherapy tumor volume (ml)	723 (164–1,696)	575 (126–1,539)	315 (52–619)	614 (52–1,696)
Inadvertent procedure				
IM nail/plate/bipolar	-	8/1/1	-	10
Surgical margin				
Wide	7	5	4	16
Marginal	8	11	1	20
Mode of reconstruction				
Tumor prosthesis	6	10	3	19
Recycled autograft-PC	9	6	2	17
Average patient follow-up, mo	68 (6–253)	39 (5–168)	199 (17–303)	73 (5–303)
Average implant follow-up, mo	52 (3–250)	35 (6–162)	116 (42–179)	53 (3–250)
Final status				
Alive/dead	5/10	3/13	5/-	13/23

Values are presented as number only, mean (range), or number (%). Group 1, primary tumor extent (n=15); Group 2, iatrogenic contamination (n=10) and local recurrence (n=6); Group 3, mechanical failure (n=5); MFH, malignant fibrous histiocytoma; AJCC, American joint committee on cancer; IM, intramedullary; PC, prosthesis composite.

우에도 본 술식을 확대하였다. 그러나 종양적 이유로 수술한 환자의 생존율이 여전히 불량하고 치환물을 유지하는 환자도 감염율이 상당히 타연구와 상충되는 결과에 대해 더 많은 증례 분석을 바탕으로 본 술식의 적응증을 재정립하는 연구가 필요하다고 생각하였다.

본 연구는 대퇴골 전장의 종양인공관절 대체술을 시행한 36예의 1) 종양적 문제로 치환술을 받은 환자의 생존에 관련된 예후 인자, 2) 치환물 및 하지의 생존율(limb survival), 치환물의 재수술 없는 생존율, 3) 치환물을 3년 이상 추시한 예의 합병증, 최종 하지 상태 및 기능적 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 후향적 연구는 본원 정형외과의 등록 자료를 이용하여 1987년부터 2017년까지 대퇴골 전장의 종양인공관절 치환술을 받은 환자 36명을 추출하였다. 종양인공관절 치환술의 이유는 1) 악성 종양이 골수강 내로 길게 침범하거나 도약전이가 있어 내 고정물을 고정할 골질이 매우 짧은 경우 15예, 2) 악성 골종양을 양성 골종양이나 외상성 혹은 전이성 골종양의 병적 골절로 오인하여 내 고정술 시행한 후 대퇴골 전장이 오염된 경우 10예, 3) 원발성 골종양 치료 후 치환물 근위부에 국소재발이 발생하여 남은 정상 골질이 짧은 경우 6예, 4) 사지구제술 후 종양인공관절 주대 근위부에 남은 골질이 짧은 상태에서 복잡 골절, 해리 등이 발생하여 재건물을 고정에 골질이 부족한 경우 5예였다. 위의 네 가지 경우 중 오인 수술 후 재발한 것과 일차 수술 후 국소 재발한 것은 유사한 임상적 상황으로 판단하여 환자를 원발성 종양에 의한 것(15예, 1군), 오인 수술 및 국소재발(16예, 2군), 재건술 실패(5예, 3군)로 나누어 분석하였다. 생존분석 시 기계적 파괴로 치환 받은 5예는 제외하였다. 술식 후 합병증은 대퇴골 전치환술 후 3년 이상 추시가 가능하였던 16예만 분석하였다. 진단일부터 추시기간은 평균 73개월(5-303개월)이었고, 대퇴골 전치환술 후

추시기간은 평균 53개월(3-250개월)이었다. 최종 추시상 13예(36.1%)가 생존하였고 23예(63.9%)가 사망하였다

분석항목은 성별, 나이, 병리학적 진단, American Joint Committee on Cancer (AJCC) 병기, 종양 크기, 항암요법 전후 종양 크기의 변화, 오인 수술 형태, 수술적 절제연, 전치환술 방법, 환자 및 대퇴골 전치환술 후 추시기간, 전치환술 후 합병증 및 국소재발, 전치환술 후 시행 받은 수술 횟수, 최종 추시상 하지의 상태 및 환자의 생존여부를 기술하였다. 남자가 22예 여자가 14예, 평균 연령은 26세(8-79세)였다. 진단은 골육종 31예, 연골육종 2예, 유잉육종, 뼈의 악성 섬유성 조직구증, 전이성 갑상선암이 각각 1예였다(Table 1). 병기는 AJCC 분류를 적용하였으며 Enneking 등⁴⁾과 다른 점은 종양 크기(A, <8 cm; B, >8 cm), 도약전이(III), 원격전이(IV-A, 폐; IV-B, 폐 이외)로 나눈다. AJCC IIB가 25예, III 6예, IV-A 3예, IV-B는 2예였다. 진단 시 종양의 크기는 자기공명영상(magnetic resonance imaging) 상 가로, 세로, 높이 최대직경을 측정하여 부피 수식을 이용해 구하였으며 평균 547 ml (30-1,822 ml)였다.⁵⁾ 항암치료 후 종양의 크기는 평균 614 ml (52-1,696 ml)로 증가하였다. 오인 수술방법은 골수강 내 금속정이 8예, 금속판이 1예, 고관절 반치환술이 1예였다. 수술적 도달법은 오인 수술 시 절개 부위가 내측인 경우를 제외하고 대부분 외측 도달법을 이용하였다. 종양이 포함된 대퇴골 전장을 절제한 후 고관절 외전근은 marlex mesh를 이용하여 주위근육과 함께 종양인공관절에 봉합하였다. 대퇴골 재건에 사용된 방법은 조립형 종양인공관절이 19예 자가골-인공관절 복합체가 17예였다. 절제연은 광범위가 16예 변연부가 20예였다. 수술 2주 후부터 목발 보행을 시작하였으며 부분 체중부하는 4주에, 전 체중부하는 환자의 상태에 따라 진행하였다. 추시는 첫 2년 동안은 3개월 간격으로 단순 방사선 검사 및 혈액검사와(lactose dehydrogenase, alkaline phosphatase) 이환 부위의 단순 방사선 사진 및 폐 컴퓨터 단층촬영(computed tomography), 전신 골스캔을 시행하였다. 2년부터 5년까지는 동일한 검

Figure 1. Five-year survival rates of the patients. The overall five-year survival of the 36 patients was 31.5%±16.2%. The five-year survival of 31 patients with tumoral causes was 21.1%±15.6%.

사를 6개월마다, 5년 이후에는 1년에 한번씩 시행하였다.

하지의 생존율은 절단을 시행한 경우로 정의하였다. 치환물의 실패는 감염으로 인한 변연절제술, 기계적 파괴, 국소재발 혹은 절단, 무균성 해리를 포함한 모든 합병증으로 종양인공관절을 제거한 경우로 정의하였다. 사지 기능 평가는 Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) 방법을 이용하였다⁴⁾. 치환물의 생존율 분석은 경쟁-위험 모델을 적용하였으며 환자의 사망을 경쟁사건으로 정의하여 R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 이용해 분석하였다. 종양적 원인으로 치환술을 받은 환자의 예후인자 분석은 PASW Statistics (ver. 18; IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. p값이 0.05보다 작은 경우에 통계적으로 유의미한 것으로 평가하였다.

결 과

전체 36예의 5년 생존율은 $31.5\pm 16.2\%$ 였다. 종양적 이유로 치환술을 받은 31예의 5년 생존율은 $21.1\pm 15.6\%$ 였다(Fig. 1). 항암요법 전후 종양의 크기가 같거나 감소한 10예의 5년 생존율은 $50.0\pm 31.0\%$ 로 크기가 증가한 13예의 $0.0\pm 0.0\%$ 보다 높았다($p=0.02$). 광범위 절제연을 얻은 12예의 5년 생존율은 $41.7\pm 27.9\%$ 로 변연부 절제연의 $0.0\pm 0.0\%$ 보다 높았다($p=0.03$). 성별, 나이, 대퇴골 전치환술을 시행 받은 원인, 치환술 후 국소재발여부와 생존율과의 유의한 차이는 없었다(Table 2).

전체 36예 하지의 10년 생존율은 $85.9\pm 14.1\%$ 였다. 치환물의 5년 생존율은 종양적 이유로 치환술을 시행받은 31예가 $81.4\pm 18.5\%$, 비종양적 이유로 치환술을 시행 받은 5예는 100.0% 였다. 치환물의 재수술 없는 5년 생존율은 $16.6\pm 18.2\%$ 였다.

대퇴골 전치환술 후 3년 이상 추시가 가능했던 환자는 16예였다. 수술이 필요한 주 합병증이 14예, 보존적 치료만 하였던 저등급 감염이 2예였다. 수술한 환자 14예 중 감염이 10예 (71.4%)에서 발생했으며, 국소재발이 2예, 고관절 탈구, bushing 파손, 대퇴동맥 폐색이 각각 1예였다(Table 3).

수술한 감염 환자 10예 중 5예는 평균 4회의 변연절제술 뒤 2단계 종양인공관절 치환술, 3예는 변연 절제술, 2예는 종양인공관절 제거 뒤 관절고정술로 치료하였다. 국소재발한 2예는 절제술, 고관절 탈구는 관혈적 정복술, bushing 파손된 1예는 부품을 교체하였다. 합병증으로 시행 받은 수술 횟수는 평균 4회(0-12회)였다. 최종 하지 상태 및 MSTS 사지 기능 평가 평균 점수는 종양인공관절을 유지한 12예가 18점(15-19점)이었다. 회전성형술을 한 2예, 슬관절 상부 절단술 1예 및 관절고정술을 한 1예는 12점(10-13점)이었다. 종양인공관절을 유지한 12예 중 4예가 슬관절 굴곡구축 13° (10° - 20°)가 있었고, 전체 12예의 후속굴곡은 평균 21° (10° - 90°)였다.

고 찰

대퇴골 전치환술은 원발 종양이나 오인 수술로 대퇴골 전장의 종양 침범, 종양의 국소재발, 종양인공관절의 실패로 잔존 골질이 부족한 경우에 하지를 보존할 수 있는 술식으로 증례가 적어 보고가 한정되어 있고 대부분 술식 후 치환물의 생존율 및 합병증에 대한 연구이다. 그러나 종양적인 이유로 본 술식을 적용하게 되는 경우 환자의 예후가 불량할 것으로 추측되나 이에 관한 분석은 드물다. 저자들은 본 술식을 적용한 환자의 대부분을 차지하는 골육종의 경우 수술 전 화학요법 후 종양이 커지거나 적절한 절제연을 얻기 힘든 경우 수술 후 조기에 사망하여 본 술식의 적용에 신중을 기해야 한다고 생각한다. 장기간 추시가 가능했던 환자도 합병증 특히 지속적인 감염 위험이 높아 이것을 줄일 수 있는 방법이 절실히 필요하나 현재는 별다른 방법이 없는 실정이다.

본 후향적 연구는 긴 시간에 걸쳐 비교적 적은 증례를 분석한 근본적인 한계점이 있다. 대퇴골 전치환술을 하게 된 원인 및 사용된 재건물의 다양성, 긴 시간에 걸친 환자 치료 중 수술방법의

Table 2. Univariate Survival Analysis in 31 Patients Underwent Total Femoral Replacement with an Oncologic Cause

Variable	5-year survival, 95% CI (%)	p-value
Sex		0.09
Male (n=19)	12.6±15.9	
Female (n=12)	41.7±27.9	
Age (yr)		0.54
≤27 (n=21)	27.8±19.5	
>27 (n=10)	0.0±0.0	
Cause of total femur replacement		0.87
Primary tumor extent (n=15)	33.3±23.9	
Iatrogenic contamination & local recurrence (n=16)	10.0±17.8	
Tumor volume change ratio (post-/pre-chemotherapy)		0.02
Increased (n=13)	0.0±0.0	
Stable or decreased (n=10)	50.0±31.0	
Surgical margin		0.03
Wide (n=12)	41.7±27.9	
Marginal (n=19)	0.0±0.0	
LR after primary or inadvertent intralesional procedure		0.14
Yes (n=21)	6.0±11.4	
No (n=10)	50.0±31.0	
Total (n=31)	21.1±15.6	

Values are presented as mean±standard deviation. LR, local recurrence.

Table 3. Complications, Treatment, Number of Operations after Total Femoral Replacement (TFR), Final Limb Status in 16 Patients with More than a Three-Year Follow-Up

Groups	Sex/age (yr)	Diagnosis	Complications of TFR	Treatment of complication	No. of op. after TFR	Final limb status	Knee, range of motion	TFR follow-up (months)
Primary tumor extent (n=5)	Male/8	OS	Infection	Debridement (×3) Two-stage TP revision (×1)	5	TP	FC (20) FF (40)	115
	Female/9	OS	Infection	Debridement (×7), Two-stage TP revision (×2)	10	Rotation-plasty	-	109
	Male/16	OS	Infection	Debridement (×2)	2	TP	FC (10) FF (30)	49
	Female/18	OS	Hip dislocation, Infection	Open reduction (×2), TP removal & spacer (×9)	12	Rotation-plasty	-	250
	Female/21	Ewing's sarcoma	Bushing fracture	Component change	1	TP	FC (0) FF (90)	149
Intralesional procedure & local recurrence (n=6)	Male/18	OS	Infection	Debridement	1	TP	FC (0) FF (30)	162
	Male/26	OS	Low grade Infection	Conservative	0	TP	FC (0) FF (10)	59
	Male/45	MFH, bone	Local recurrence (x3)	Excision	3	TP	FC (0) FF (30)	54
	Female/54	OS	Vascular occlusion	Embolectomy, Amputation	2	AK	-	48
	Male/57	CS	Local recurrence	Excision	1	TP	FC (0) F (30)	41
	Female/72	Metastatic carcinoma	Low grade Infection	Conservative	0	TP	FC (0) FF (10)	37
	Female/8	OS	Infection	Debridement (×4) Two-stage TP revision (×1)	6	TP	FC (0) FF (10)	126
Mechanical failure (n=5)	Male/9	OS	Infection	Debridement	1	TP	FC (10) FF (20)	72
	Female/9	OS	Infection	Debridement (×2) Two-stage TP revision (×1)	4	TP	FC (0) FF (10)	179
	Male/29	OS	Infection	TP removal & spacer arthroplasty (×3)	3	Rotation-plasty	Fusion	162
	Male/41	OS	Infection	Debridement (×2) Two-stage TP revision (×2)	5	TP	FC (10) FF (30)	42

OS, orthopedic surgery; TP, tumor prosthesis; FC, flexion contracture; FF, further flexion; MFH, malignant fibrous histiocytoma; AK, above knee; CS, Chondrosarcoma.

변화, 조기 사망한 환자가 많아 치환물의 실패 분석의 어려움 등의 문제점이 있다. 그러나 대부분의 환자가 골육종으로 구성되어

예후인자 분석에 큰 문제가 되지 않을 것으로 보이며 조기 사망한 환자를 감안하여 치환물의 실패율은 경쟁-위험 분석을 적용

하였다. 또한 예후인자로 가장 중요한 항암요법 후 종양 괴사물을 본 연구에서는 약 절반의 환자에서 자가골 재활용 술식을 하였으므로 분석에 제한이 있었으나 항암요법 전후 종양 부피변화를 측정하였고 이것이 저자들의 과거 연구에서 예후 판정에 강력한 독립 변수라는 것을 확인하였으므로 문제가 되지 않을 것으로 생각한다.

본 연구 36예 환자의 5년 생존율은 31.5%로 다른 연구의 5년 생존율 32.0%–38.0%, 10년 생존율 16.0%–59.0%에 비해 비슷하거나 낮은 결과를 보인다(Table 4).^{1,2,6)} 이는 종양적 원인으로 대퇴골 전치환술을 시행한 비율이 86.1%로(31/36) Sevela 등²⁾의 72.7% (32/44), Sewell 등¹⁾의 66.7% (22/33)보다 높은 것이 한 요인이라고 생각된다.⁶⁾ 더구나 오인 수술과 국소재발로 치환술을 받은 비율이 44.4% (16/36)로 타연구의 5%–16%에 비해 현저히 높아서 환자의 생존율이 더 나빠졌다고 판단된다.⁷⁾ 실제로 본 연구 중 오인 수술 및 일차 절제술 후 재발하여 전치환술을 받은 16예 중 13예가 조기에 사망한 것은 이런 종양적 상황이 열

마나 나쁜 예후를 보이는 지 말해준다. 골육종과 유잉육종 등은 수술 전 항암요법 후 종양 괴사율이 가장 강력한 예후인자로 알려져 있다.⁸⁾ 기존 연구 중 Ruggieri 등⁶⁾이 대퇴골 전치환술을 받은 환자의 종양 괴사율을 분석하였으며 43.8% (7/16)가 90% 이상의 괴사율을 보였다고 하였다 저자들은 종양 괴사율 대신에 항암요법 전후 부피변화를 측정하였으며 이 지표가 예후 판정에 종양 괴사율과 다른 독립적인 효과적인 변수임을 보고하였다.⁹⁾ 본 연구에서 48.1% (13/27)가 항암요법 후 크기가 줄거나 변화가 없는 것을 보여 Ruggieri 등⁶⁾의 괴사율과 비슷하며 5년 생존율도 38%, 32%로 비슷하였다. 본 연구에 포함된 환자 중 3예는 진단 시 원위 대퇴골에 국한된 골육종이 항암요법 도중에 종양이 커지면서 대전자부를 포함한 도약 전이가 생기고 수술 후에도 조기에 전이가 발생하여 사망에 이르는 예를 경험하여 항암요법에 저항성을 보일 때 얼마나 종양이 급격한 진행을 보이는 지를 시사한다(Fig. 2).

광범위 절제연을 얻을 수 있는 경우 국소재발률이 줄어드는 것

Table 4. Comparison with Previous Studies

Authors (n)	Cause of total femoral replacement (n)	Implant type (n)	Patient survival (%)	Overall implant survival, 5 yr (%)	Revision free survival, 5 yr (%)	Implant failure rate (%)	Major complication (n)	Limb survival (%)
Current Study (36)	Primary tumor (15) Contamination (10) LR (6) Mechanical failure (5)	Prosthesis (19) Recycled autograft prosthesis composite (17)	31.5 (5 yr)	85.9	16.6	61.0	Infection (13) Local recurrence (4) Hip dislocation (3) Fracture (1) Vascular occlusion (1)	85.9
Sevela et al. ²⁾ (44)	Primary tumor (25) Mechanical failure (10) LR (5) Contamination (2) Secondary revision (2)	Prosthesis (34) Expandable (10)	59.0 (10 yr)	Prosthesis (97.0) Expandable (100)	Prosthesis (48.0) Expandable (30.0)	50.0	Soft tissue failure (14) Structural (9) Infection (7) Local recurrence (1) Loosening (1)	91.0–100
Sewell et al. ¹⁾ (33)	Primary tumor (19) Contamination (3) Secondary revision (11)	Prosthesis (NA) Expandable (NA)	32.0 (5 yr) 16.0 (10 yr) 12.0 (15 yr)	100	56.0	33.0	Hip dislocation (6) Bushing failure (4) Local recurrence (3) Periprosthetic fracture (2) Infection (1)	100
Ruggieri et al. ⁶⁾ (21)	Primary tumor (19) Contamination (1) Secondary revision due to skip metastasis (1)	Prosthesis (20) Expandable (1)	38.0 (5 yr)	95.0	NA	24.0	Mechanical failure(3) Infection (2)	95.0

LR, local recurrence; NA, not available.

Figure 2. (A, B) A 11-year old boy with osteosarcoma of distal femur. During preoperative chemotherapy, he showed skip metastasis at proximal femur and lung metastasis (arrows). (C) He underwent resection of total femur and reconstructed with total femoral replacement. The necrotic rate showed 60%. (D) At 1month after operation, he showed local recur at the distal femur & proximal femur near prosthesis and the tumor size of lung was rapidly increased.

은 잘 알려진 사실이다.¹⁰⁾ 그러나 Ruggieri 등⁹⁾은 거의 모든 예에서 광범위 절제연을 얻었고 국소재발도 없었으나 생존율 자체는 본 연구와 비슷하여 절제연의 상태가 생존율의 증가로 이어지는 않는 것으로 생각된다. 본 연구에서는 항암요법 후 종양의 크기가 증가하지 않은 환자에서 주로 광범위 절제연을 얻을 수 있었으므로 절제연은 종양 부피변화의 종속변수로 보는 것이 합리적일 것으로 생각된다.

두 개의 관절에 걸친 치환술인 대퇴골 전치환술은 감염이나 국소재발이 발생해도 제거 후 현재 적절한 대치물을 찾기 힘들다. 이런 이유로 합병증이 생기면 반복적인 수술로 치료를 도모하게 되므로 궁극적으로 치환물을 유지하는 비율은 높으나 재수술 없는 치환물의 생존율은 낮고 치환물의 실패율은 높은 결과로 나타난다(Table 4).^{1,2,6,11)} 이런 결과는 그동안 연구들에 공통된 경향이 나 본 연구의 성적은 타연구보다 더 좋지 않은 편이다.

대퇴골종양 인공관절 전치환술 후 실패의 원인은 감염, 국소재발, 연부조직 실패, 기계적 파괴, 골절이 포함된다. 이 중 감염과 국소재발은 절단술에 이르게 하는 주된 합병증이다. 본 연구의 감염률은 타연구에 비해 높은 편이며 1) 항암 요법 후 종양이 커진 예(13/23)와 오인 수술을 받은 예(10/36)의 비율이 높아 연

부조직 절제범위가 크고, 2) 기계적 파괴로 수술한 5예 중 3예가 성장기 환자로 하지 연장술 도중 저등급 감염 소견이 있었던 것이 주 원인으로 생각된다. 또한 이렇게 연부조직이 취약한 환자에 재사용한 자가골과 인공관절을 조합한 재건방법을 사용한 비율이(17/36) 높았던 것도 부차적 요인으로 보인다. 그러나 본 연구에 포함된 환자의 특징을 고려하더라도 대퇴골 전치환술 후 감염 위험은 상당히 높고 이런 위험도가 추시기간이 길어져도 줄어들지 않는 것으로 생각되며 현재는 이것을 줄일 유용한 방법이 없는 실정이다.

국소재발은 치환술에 의한 것이라기보다는 종양학적 이유로 발생한 것이므로 치환물 자체의 실패는 아니다. 국소재발이 재사용된 자가골에서 생길 수 있다는 우려가 있으나 본 연구에서 그런 예는 없었으며 전부 연부조직에서 발생하였다.

연부조직 실패는 주로 고관절 탈구이며 종양으로 인한 고관절 주위 근육의 절제 범위에 따른 부조화의 결과이다. 절제 후 marlex mesh 등의 인공조직을 이용하여 주위 조직간 유착이 잘 이루어지도록 하는 것이 최선의 방법으로 보인다.

대퇴골 전치환술 후 기계적 파괴는 비교적 적으며 주로 슬관절 부 bushing 파괴나 드물게 경골 근위부 골절이 발생한다. 상대적

로 경한 합병증이며 치료방법도 비교적 간단하다.

결론

대퇴골종양 인공관절 전치환술은 사지구제술의 한 극단적 형태이며 합병증도 많은 술식이다. 종양적 이유로 대퇴골 전치환술을 한 환자 중 항암요법 후 종양의 크기가 커지거나 적절한 절제연을 얻을 수 없었던 경우는 환자가 조기에 사망하는 경우가 많아 적용에 신중을 기해야 할 것으로 생각된다. 장기생존 환자도 합병증 발생률이 높고 감염 위험성이 지속되며 기능적 결과도 좋지 않아 개선할 방법이 필요하나 현재 이런 상황에 처한 환자는 사지보존을 위한 최선의 방법으로 보인다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Wan Hyeong Cho, <https://orcid.org/0000-0002-4768-2075>
Dae-Geun Jeon, <https://orcid.org/0000-0001-5722-1080>
Won Seok Song, <https://orcid.org/0000-0003-2852-5581>
Hwan Seong Park, <https://orcid.org/0000-0002-4506-9410>
Hee Seung Nam, <https://orcid.org/0000-0003-3063-2140>
Kyung Hoon Kim, <https://orcid.org/0000-0002-3010-675X>

REFERENCES

1. Sewell MD, Spiegelberg BG, Hanna SA, et al. Total femoral endoprosthetic replacement following excision of bone tumours. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1513-20.
2. Sevelde F, Schuh R, Hofstaetter JG, Schinhan M, Windhager R, Funovics PT. Total femur replacement after tumor resection: limb salvage usually achieved but complications and failures are common. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:2079-87.
3. Jeon DG, Kim MS, Cho WH, Song WS, Lee SY. Clinical outcome of osteosarcoma with primary total femoral resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;457:176-82.
4. 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.
5. Göbel V, Jürgens H, Etschpüler G, et al. Prognostic significance of tumor volume in localized Ewing's sarcoma of bone in children and adolescents. *J Cancer Res Clin Oncol.* 1987;113:187-91.
6. 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.
7. Jones KB, Griffin AM, Chandrasekar CR, et al. Patient-oriented functional results of total femoral endoprosthetic reconstruction following oncologic resection. *J Surg Oncol.* 2011;104:561-5.
8. Rosen G, Caparros B, Huvos AG, et al. Preoperative chemotherapy for osteogenic sarcoma: selection of postoperative adjuvant chemotherapy based on the response of the primary tumor to preoperative chemotherapy. *Cancer.* 1982;49:1221-30.
9. Biau DJ, Hamadouche M. Estimating implant survival in the presence of competing risks. *Int Orthop.* 2011;35:151-5.
10. Goshager G, Gebert C, Ahrens H, Streitbuerger A, Winkelmann W, Hardes J. Endoprosthetic reconstruction in 250 patients with sarcoma. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;450:164-71.
11. Racano A, Pazonis T, Farrokhyar F, Deheshi B, Ghert M. High infection rate outcomes in long-bone tumor surgery with endoprosthetic reconstruction in adults: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:2017-27.

대퇴골 전치환술 받은 악성 골종양 환자의 생존인자와 합병증

조완형 · 전대근[✉] · 송원석 · 박환성 · 남희승 · 김경훈

원자력병원 정형외과

목적: 대퇴골 전치환술은 사지재건술의 극단적 술식 중 하나이며 증례가 드물어 이에 대한 연구는 주로 술식 후의 합병증에 대한 분석이며 본 술식의 적응증에 대한 분석은 미미하다. 저자들은 대퇴골 전치환술 36예의 1) 종양적 문제로 치환술을 받은 환자의 생존에 관련된 예후인자, 2) 치환물 및 하지의 생존율, 3) 치환물을 3년 이상 추시한 예의 합병증, 최종 하지 상태 및 기능적 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 대퇴골 전치환술을 받은 이유에 따라 원발성 종양에 의한 경우(15예, 1군), 오인 수술 및 국소재발로 인한 경우(16예, 2군), 재건물 실패로 인한 경우(5예, 3군)의 세 군으로 분류하였다. 환자 생존인자 분석 항목은 나이, 성별, 전치환술 원인, 항암요법 전후 종양 부피 변화, 절제연, 국소재발이었다.

결과: 전체 36예의 5년 환자 생존율은 $31.5\% \pm 16.2\%$ 였다. 종양과 관련된 적응증으로 치환술을 받은 31예의 5년 생존율은 $21.1\% \pm 15.6\%$ 였다. 항암요법 전후 종양의 크기가 같거나 감소한 10예의 5년 생존율은 $50.0\% \pm 31.0\%$ 로 크기가 증가한 13예의 $0.0\% \pm 0.0\%$ 보다 유의하게 높았다($p=0.02$). 광범위 절제연을 얻은 12예의 5년 생존율은 $41.7\% \pm 27.9\%$ 로 변연부 절제연의 $0.0\% \pm 0.0\%$ 보다 유의하게 높았다($p=0.03$). 성별, 나이, 대퇴골 전치환술을 시행받은 원인, 치환술 후 국소 재발여부와 생존율과의 유의한 차이는 없었다. 치환물 36예에서 5년 생존율은 $16.6\% \pm 18.2\%$ 였다. 하지의 10년 생존율은 $85.9\% \pm 14.1\%$ 였다. 최종 추시상 종양인 공관절을 유지한 것이 12예, 회전성형술은 2예, 슬관절 상부 절단술 1예, 관절고정술 1예였다. 대퇴골 전치환술 후 3년 이상 추시가 가능했던 16예 중 수술이 필요했던 주 합병증이 14예, 보존적 치료만 했던 저등급 감염이 2예였다. 수술한 환자 14예 중 감염이 10예(71.4%)예, 국소재발이 2예, 고관절 탈구, bushing 파손, 대퇴동맥 폐색이 각각 1예였다.

결론: 종양과 관련된 적응증으로 대퇴골 전치환술을 시행한 환자 중 항암요법 후 종양의 크기가 커지거나 절제연이 불량한 경우, 환자가 조기에 사망하는 경우가 많았다. 따라서 전치환술의 시행에 신중해야 할 것으로 생각된다. 장기 생존 환자에서도 감염률이 높고 기능적 결과도 만족스럽지 않으나 현재 적응증을 고려했을 때 대퇴골 전치환술은 사지보존을 위한 최선의 방법으로 보인다.

색인단어: 대퇴골 전치환술, 생존율, 합병증

접수일 2018년 11월 10일 수정일 2019년 4월 17일 게재확정일 2019년 9월 20일

[✉]책임저자 전대근

01812, 서울시 노원구 노원로 75, 원자력병원 정형외과

TEL 02-970-1242, FAX 02-970-2403, E-mail dgjeon@kcoch.re.kr, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5722-1080>