

# 고도굴곡형 인공슬관절에서 대퇴골골간 접촉특성의 비교 평가

## Comparison Evaluation of Tibiofemoral Contact Characteristics in Current Total Knee Implants Favoring Deep Flexion

\*유의식<sup>1</sup>, 선두훈<sup>2</sup>, 김용식<sup>3</sup>, 이성재<sup>4</sup>, #김정성<sup>1</sup>

\*O.S. Yoo<sup>1</sup>, D.H. Sun<sup>2</sup>, Y.S. Kim<sup>3</sup>, S.J. Lee<sup>4</sup>, #J.S. Kim(jskim@corentec.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(주)코렌텍 중앙기술연구소, <sup>2</sup>선병원 정형외과, <sup>3</sup>가톨릭대학교 의과대학 정형외과,  
<sup>4</sup>인제대학교 의용공학과

Key words : Deep flexion, Contact test, UHMWPE, Total Knee Replacement

### 1. 서론

인공슬관절 전치환술은 15년 추시에 90% 이상의 생존율을 보이는 매우 안정적인 수술이다. 현재 사용되고 있는 고도굴곡형 임플란트로는 LOSPA (Corentec, Co., Ltd.), Legacy fixed bearing (Zimmer, Inc.), Triathlon (Stryker, Inc.), Vanguard (Biomet, Inc.) 등을 들 수 있다. 이는 일상생활에서 발생할 수 있는 활동들을 모두 수용할 수 있도록 고안된 것이다.

고도굴곡이 가능한 고안은 다양한 변수들이 고려되어야 하며, 그 중에서도 UHMWPE의 손상에 지대한 영향을 끼칠 수 있는 접촉특성은 생체역학적 안정성이 검증되어야 한다.<sup>1,2</sup> 따라서 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 제품들에 대한 접촉특성을 비교평가하고, 대퇴골 치환요소와 경골 삽입물 간의 시상면 및 관상면 정합률 간의 관계를 알아보 고자 하였다.

### 2. 방법

시험은 현재 임상에 사용되는 LOSPA PS (Corentec, Co., Ltd.), Legacy PS-Flex fixed bearing (Zimmer, Inc.), Triathlon PS (Stryker, Inc.), Vanguard PS (Biomet, Inc.)를 사용하였으며, 모두 고도굴곡이 가능한 제품으로 140° 이상의 ROM(Range of motion)을 허용할 수 있도록 되어 있다.

접촉 특성 시험에 사용된 만능시험장비는 MTS 858 Bionix (MTS system corp., MN, USA)이며, 접촉 응력 및 면적을 알아보기 위해 K-SCAN system joint pressure/force measurement (Tekscan, Boston, MA)를 사용하였다. 입출력 장치로는 I-SCAN sys-

tem tactile pressure/force measurement (Tekscan, Boston, MA)를 사용하였다.

Table 1 Test Specimens

Manufacturer	Product
Corentec	LOSPA PS
Biomet	Vanguard PS
Stryker	Triathlon PS
Zimmer	NexGen PS-Flex

시험은 굴곡각도에 따른 변화량을 알아보기 위해 15°, 45°, 60°, 90°, 120°, 140°로 대퇴골 치환요소의 각도를 변화시킬 수 있는 지그를 별도로 제작하여 사용하였으며, 경골 삽입물은 평면이동이 가능하도록 제작된 X-Y table 위에 안착되도록 하였다.

굴곡각도별로 가해진 하중은 기존 문헌<sup>2,3</sup>을 참고하여 15°에서 2,200 N, 45°에서 3,200 N, 60°에서 2,800 N이었으며, 90° 이후 에서는 3,267 N이 적용되었다.

정합률은 경골 삽입물의 반경을 대퇴골 치환요소의 반경으로 나눈 값을 의미한다. 따라서 개념적으로 1.00 이상의 정합률을 사용하여야 상대운동이 가능하며, 그 값이 커질수록 경골 삽입물 위에서의 대퇴골 치환요소의 움직임이 원활하다고 할 수 있다.

### 3. 결과

제품별 Contact area의 비교는 Fig.1과 같고, LOSPA PS는 265~358mm<sup>2</sup>, NexGen LPS는 191~782mm<sup>2</sup>, Triathlon PS는 140~221mm<sup>2</sup>,

Vanguard PS는 209~282mm<sup>2</sup>의 단면적 범위에서 접촉이 발생하는 것으로 나타났다.

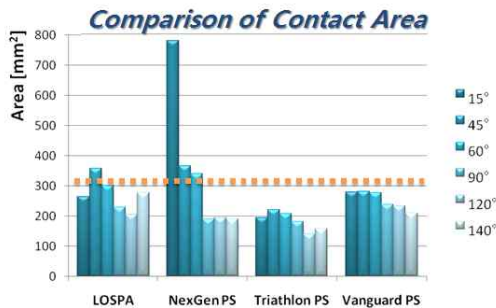


Fig. 1 Comparison graph of Contact Area

제품별 Contact pressure의 비교는 Fig.2와 같고, LOSPA PS는 14.9~18.4 MPa, NexGen LPS는 8.0~25.4 MPa, Triathlon PS는 17.1~25.8 MPa, Vanguard PS는 12.9~21.1 MPa의 응력 범위에서 접촉이 발생하는 것으로 나타났다.

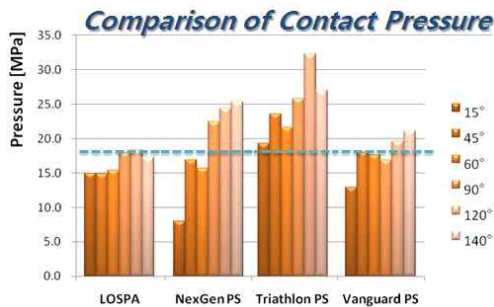


Fig. 2 Comparison graph of Contact Pressure

제품별로 관상면 정합률과 시상면의 정합률은 Table 2와 같으며, 이는 90° 이후의 굴곡에서 접촉되는 부위를 측정된 결과이다. 관상면 정합률은 접촉면적과 특별한 상관관계를 보이지 않으나, 시상면 정합률은 접촉면적과 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

Table 2 Conformity Comparison

Product	Corronal Conformity	Sagittal Conformity
LOSPA PS	1.07	7.14
Vanguard PS	1.05	2.63
Triathlon PS	1.19	1.42
LPS-Flex PS	1.21	2.86

#### 4. 결론

보행동작과 연관된 15~60° 접촉특성과 관련하여 Contact area 측면에서는 NexGen PS가 가장 우수하였으며, Contact pressure 측면에서는 LOSPA PS와 NexGen PS가 가장 좋은 것으로 나타났다.

고도굴곡과 연관된 120~140° 접촉특성과 관련하여 Contact area 측면에서는 LOSPA PS가 가장 우수하였으며, Contact pressure 측면에서는 LOSPA PS와 Vanguard PS가 가장 좋은 것으로 나타났다.

한편, 접촉면적은 관상면 정합률보다 시상면 정합률에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 정합률 수치가 클수록 접촉면적이 큰 것으로 나타났다.

시편을 1개씩 밖에 비교하지 못하였고, Axial rotation에 대한 제품별 차이를 배제하기 위해 No rotation 상태에서 시험한 것은 본 연구의 한계점이다.

향후에는 Axial rotation에 대한 변수를 고려하여 인공슬관절의 정합률 설계가 접촉특성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 후기

본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업(A100023)의 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- Cheng, C.K., Huang, C.H., Liao, J.J., Huang C.H., "The influence of surgical malalignment on the contact pressures of fixed and mobile bearing knee prostheses - a biomechanical study," *Clinical Biomechanics*, **18**, 231-236, 2003.
- 허순, 손권, 박정홍, 이성재, "요추부 극돌기간 고정기구의 생체역학적 해석," *한국 정밀공학회지*, **23**, 195-202, 2006.
- Villa, T., Migliavacca, F., Gastaldi, D., Colombo, M., Pietrabissa, R., "Contact stresses and fatigue life in a knee prosthesis: comparison between in vitro measurements and computational simulations," *Journal of Biomechanics*, **37**, 45-53, 2004.
- Morra, E.A., "Polymer insert stress in total knee designs during high-flexion activities: A finite element study," *Journal of Bone & Joint Surgery*, **87**(suppl 2), 120-124, 2005.