

국산 척추경 나사못 설계를 위한 parametric study

°송정일¹⁾, 배성인¹⁾, 최영철²⁾, 안면환³⁾

1) 창원대학교 기계공학과, 2) 미래대학 재활공학과, 3) 영남의대 정형외과

Parametric study on the development of pedicular screw suitable for Korean

J.I.Song, S.I.Bae, Y.C.Choi and M.W.Ahn

Dept. of Mechanical Engineering, Changwon National University

Abstract

The purpose of this study is to verify the biomechanical characteristics of the custom-made(our) pedicle screws which are designed the different types of shape, pitch, and profile. The results of experiments for our pedicle screw were summarized.

1) The screw of larger outer diameter showed greater holding strength. 2) The holding strength of cylindrical shaped screw was superior to that of conical shaped screw. 3) The holding strength of buttress shape of thread profile showed superior to that of V-shape. 4) The pull out and holding strength of our pedicle screws was superior to that of commercialized screw (Diapason and CD) which is widely used.

서론

척추경 나사못의 개발의 개발은 Broucher가 척추 고정시 척추경(pedicle)을 통하여 추체(vertebra body)로 나사못을 삽입한 이래 Roy-Camille^[1]등, Krag^[2]등에 의해 개발되었다. 이러한 척추경나사못을 이용한 척추고정의 장점은 Harrington, Luque시스템에 비하여 강력한 고정력으로 척추기형의 교정에도 큰 효과가 있고, 적은 부위의 척추 유합으로 운동가능 관절을 더 많이 보존할 수 있어 널리 알려져 있다.

국내에서도 이러한 척추경 나사못의 개발을 위해 몇몇 연구^[3-4]가 이루어 졌으나 아직까지 상업화되지 않은 상태이다. 본 연구의 목적은 국산 척추경 나사못을 개발하고자 하는 것으로, 먼저 나사산 결정을 위한 나사산 요소연구(parametric study)를 통해 제작된 1차 국산 척추경 나사못과 수입제품

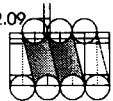
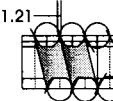
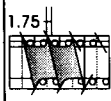
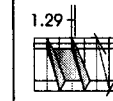
과의 성능비교를 기계적 특성(강성도, 강도)을 실험적으로 수행하였다.

재료 및 방법

나사의 삽입력 및 고정력 시험에 사용된 재료는 물성치가 서로 다른 Epoxy resin, UHMWPE, 목재인 Matica등 이었으며, 생역학적 실험은 돼지와 송아지의 척추를 이용하였다. 수입제품 척추경 나사못은 널리 이용되는 Diapason과 CD screw를 각각 사용하였다.

나사못의 산형(thread type)은 Table.1에 나타낸 바와 같이 i)산형이 일정하고 면적비(α =산 면적/산골 면적)가 다른 2종류[Type A($\alpha=0.24$),D($\alpha=0.18$)]와 ii)면적비(α)가 0.15로 일정하고 산형이 다른 2종류(Type B,C)를 설계 및 제작하여 비교하였다. 삽입력은 다이알 게이지형 토오크 렌치(200g-cm, Tohnich)로 측정하였으며, 결합력은 만능시험기(5Ton, Shimadze)로 수행하였다.

Table.1 사용된 여러 가지 나사산 종류

Constant thread(1군)		Constant area ratio(2군)	
Type A	Type D	Type B	Type C
2.09 	1.21 	1.75 	1.29 

결과 및 고찰

1. 나사산의 결정

● 삽입력 - 삽입력의 크기는 대상재료의 물성이 우수하고, 면적비가 클수록 증가하였다. 즉 면적비가 큰 round type의 A,D형 나사못이 면적비가 작은 쐐기형(B type, C type)에 비해 삽입력이 큰 결과를 보였다. 쐐기형인 경

우, 진입측과 퇴출측이 비대칭을 이루는 버팀형(buttress)나사의 삽입력이 산각이 대칭인 삼각나사 보다 큰 결과를 보였다.(그림.1참조)

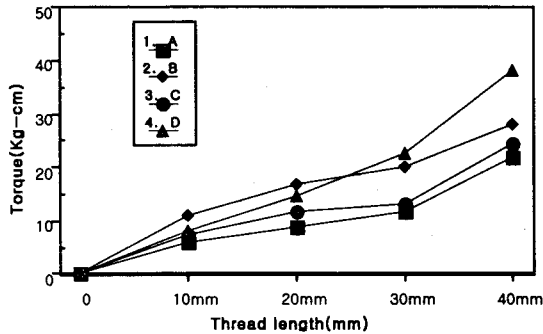


그림. 1 Matica를 이용한 삽입력 시험결과

● 결합력 - 결합력의 크기는 대상재료의 물성이 강할수록, 면적비가 작을수록 증가하였다. 면적비가 작은 쐐기형 나사의 경우 대칭 산각을 갖는 C형이 진입측의 산각이 크고(25) 퇴출측 산각이 작은(15) 버팀형(buttress)보다 결합력이 작았다.

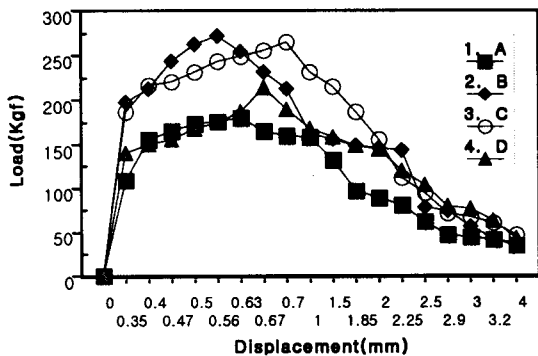


그림. 2 Matica를 이용한 결합력 시험결과

상기 삽입력 및 결합력을 측정된 결과를 바탕으로 제작된 나사못의 제원은 다음과 같다.

Table. 2 시제품의 척추경 나사못의 제원

	Outer dia.	Inner dia.	Pitch	Thread length	Tapper	Thread type	Shank length	Thread angle (In/out)
designed screw	6.5mm	3.7mm	2.5mm	40mm	5° shank part	cylindrical	4mm	24° / 12°

2. 수입제품과의 비교

삽입력은 대상재료의 탄성계수가 클수록 증가하는 설계값 산출용 나사의 측정 결과와 유사한 경향을 보였다. 피치가 작고 원추형인 Diapason의 경우 강한 상대재질에서의 삽입력 증가는 미미하였다. 원통형인 CD의 경우 두부와 나사부 사이의

길이가 상대적으로 짧은 자체제작에 비하여 나사부 끝단에서 큰 값을 나타냈다. 나사부 표면처리 영향은 동물뼈에 비해 Epoxy, UHMWP, Wood에서 삽입력의 크기가 매우 크게 나타났다.

결합력은 재료의 물성이 치밀골(cortical bone)과 유사한 Epoxy인 경우 Diapason, Ours, CD의 순으로 측정되었으며, 해면골(cancellus bone)과 비슷한 나무를 사용시 Our, CD, Diapason 순의 결과를 보였다. 이와 같이 대상재질에 따라 다른 결과를 보이는 것은 치밀골과 해면골에서 결합력을 모두 만족시키기가 어렵다는 것을 의미한다. 즉, 본 연구에서 제안된 척추경 나사못은 해면골에서 보다 우수한 결합력을 보여 척추의 물성이 다소 떨어지는 하 흉추부 및 요추부에 적합한 나사 산형임을 알 수 있다.

결론

실험적인 방법으로 나사산 결정을 위한 요소연구(parametric study)를 통해 국산 척추경 나사못을 설계 및 제작하였다. 산형은 면적비가 큰 round형 보다는 면적비가 작은 쐐기형의 나사가 우수한 결합력을 보였다. 자체 제작된 척추경 나사못의 경우 수입제품에 비해 우수한 삽입력, 결합력을 보였으며, 특히 하 흉추부 및 요추부에 적합한 나사 산형임을 증명하였다. 나사의 삽입력과 결합력 평가시 면적비(산의 면적/산골의 면적)의 개념 골 삽입 금속나사의 최적 설계에 유익한 방법으로 평가되었다.

참고문헌

- Roy-Camille R, Saillant G. and Beneaux D. et al : Osteosynthesis of thracolumbar spine fractures with metal plate screwed through 속 vertebral pedicles. Reconstr. Sur. Traumatol 1976; 15:
- Krag M H, Beyond B.D. and Pope M.H et. al An Internal Fixation for Thoracic, Lumber or Lumborsacral Spine. Clin. Orthop 1986; 203:75
- 유명철, 이상언, 김기택 등. 척추경 나사못의 고정력에 대한 생역학적 연구. 대한정형외과학회지 1995; 30-3: 495
- 김기택, 이상언, 김영우, 홍규표, 무무성. 척추경 나사못의 모양이 고정력에 미치는 영향에 대한 생역학적 연구. 대한정형외과학회지 1998; 33-2: 350