

스텐트의 기계적인 반응 인자 도출과 유한요소해석법을 통한 검증

전동민*⁺ · 정원균*⁺ · 김한기[†] · 김상호[‡] · 장홍석[§] · 서태석*⁺
가톨릭대학교 의과대학 의공학교실* · 가톨릭대학교 생체의공학연구소[†] ·
(주)엠아이텍 중재의학연구소[‡] · 가톨릭대학교 서울성모병원 방사선종양학과[§]
E-mail: mpjdm@catholic.ac.kr

중심어 (keyword) : 스텐트, 유한요소해소법, 반응인자

서론

현대인들의 불규칙한 생활에 따라 혈관 또는 비혈관이 좁아지거나 막히는 혈관질환이 점차 증가하고 있다. 이러한 혈관질환을 치료하기 위한 방법으로 스텐트 삽입술이 시행되고 있다. 스텐트 삽입술이란 혈관이나 위장관, 담도 등에 침작된 혈전으로 발생한 체내 순환기관의 막힘 현상으로 혈액의 흐름에 장애가 발생하였을 때, 외과적 수술을 통하지 않고 병변 부위에 스텐트를 삽입하여 흐름을 정상화시키는데 사용하는 시술이다. 1964년 Dotter 등에 의해 기능성이 없는 튜브형태로 도입된 이래 오늘날에 이르며 혈관질환을 치료하는 가장 일반적인 방법으로 널리 사용되고 있다.¹⁾ 최근 내시경 기술발전과 더불어 수술의 편의성, 회복시간의 단축, 환자 고통감소 등의 효과를 위하여 다양한 스텐트가 개발되고 있다. 본 연구에서는 시술 개선의 목적을 위해 새로운 스텐트를 개발하기 위해 시중에 사용되고 있는 두 스텐트 Zilver와 S.M.A.R.T를 비교하였다. 기계적인 반응 인자를 찾은 후, 최적 조건임을 검증하기 위해 유한요소해석법(FEA)을 방법을 사용하였다.²⁾ 또한 스텐트의 기계적 영향을 미치는 반응인자를 도출하기 위해 다구치 요인분석으로 배열하여 유한요소해석법으로 유연성과 팽창성을 도출하고 검증하였다.

재료 및 방법

스텐트의 형상을 나타내는 대표적인 형상변수의 요

인으로 Table 1과 같이 선정하였다. 또한, 모든 형상 변수는 삽입기구 직경, 가공성 등을 고려하여 수준 1(Minimum), 수준2(Midium), 수준3(Maximum)으로 결정하였다.

Table 1. The shape variable for factors and levels

	수준1	수준2	수준3
T	0.08	0.14	0.2
W	0.08	0.1	0.12
L	0.33	0.5	0.7

선정된 인자와 수준이 기계적인 반응인자임을 확인하기 위하여 다구치 요인분석을 하였다. Table 2에서 보듯 MINITAB 프로그램을 이용하여 요인과 수준을 L_93^3 직교배열 시켰다. L_93^3 직교배열한 결과를 각각 NASTRA FX 프로그램을 사용하여 유한요소해석법으로 검증한다. 유한요소해석법으로 유연성과 팽창력을 평가해서 반응인자를 도출한다. 유연성(EI) 평가는 스텐트의 한쪽 끝단을 고정시키고 다른 한쪽에 하중을 주었을 때의 처짐량을 구조해석을 통하여 계산한다. 이러한 값을 통하여 굽힘강성(EI)을 구한다. 또한 팽창력(RD) 평가는 스텐트의 양쪽 끝단을 고정시킨 후 중심부분에 하중 0.1N을 주었을 때 직경의 감소량으로 평가한다. 이 때 하중에 대한 직경감소량(RD) 값을

구한다. EI와 RD값은 작으면 작을수록 반응인자가 된다. 이러한 FEA으로 EI와 RD를 구해보고, 다시 MINITAB을 사용하여 Main Effect Plot의 EI, RD를 수행하였다. 또한 NASTRA FX를 통해 유한요소해석법을 수행하였다.

Table 2. $L_9^{3^3}$ Cross Arrangement

	T	W	L
1	0.08	0.08	0.33
2	0.08	0.1	0.5
3	0.08	0.12	0.7
4	0.14	0.08	0.5
5	0.14	0.1	0.7
6	0.14	0.12	0.33
7	0.2	0.08	0.7
8	0.2	0.1	0.33
9	0.2	0.12	0.5

결과 및 고찰

MINITAB으로 직교배열하여 NASTRA FX를 통해 FEA결과를 Main Effect Plot EI와 Main Effect Plot RD로 보였다.

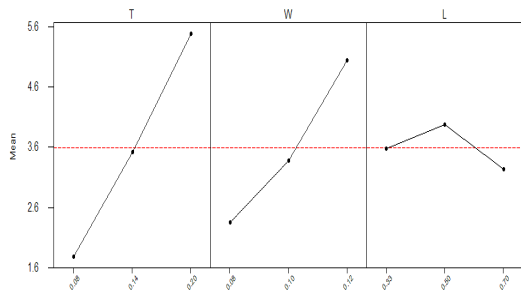


Fig 1. Main Effect Plot for EI

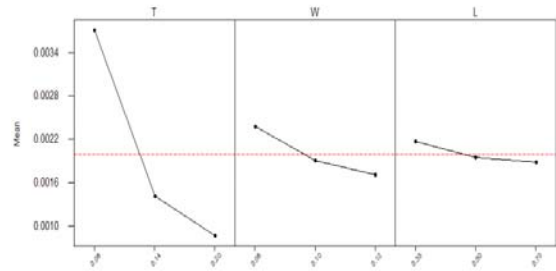


Fig 2. Main Effect Plot for RD

Fig 1, Fig 2은 스텐트의 EI와 RD에 미치는 결과를 T, W, L순으로 나타낸다. 다구치 요인분석을 통해 도출된 유연성을 극대화 시키는 형상은 Fig 2에서 보듯이 T=0.08, W=0.08, L=0.7이다. 이 값을 이용하여 예측한 EI값은 평균 0.18E-07로써 최적의 유연성으로 도출됐다. 또한, 이때 RD값은 0.004로써 최저의 팽창력으로 도출됐다.

결론

본 연구의 결과, 다구치 요인분석을 통한 기계적인 반응인자의 유연성 평가는 최적화 스텐트 제작을 위한 최적의 반응인자로 도출 되었지만 팽창력 평가에서는 최적화 스텐트를 제작하기 위한 팽창력이 낮게 도출되어 찾을 수 없었다. 유한요소해석법에서 발생하는 환경적인 오차로 인해 실제 구조 데이터와 다소 차이가 있으므로 이러한 환경적인 오차를 줄이고 검증한다면 보다 기계적인 반응인자를 구할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. W. Schmit, P. Behrbns, D. Behrend, K. P. Schmitz, Meeasurement of mechanical properties of coronary stents according to the European standard (1999)
2. 김수의, 김병민, 실험계획법과 유한요소법을 이용한 주축계의 세레이션 형상 최적설계, (2008)