

# 인체 형상을 기반으로 한 경추 안마기의 설계

## Design of a neck massager based on the shape of human cervical spine

\*김두리<sup>1</sup>, \*김권희<sup>2</sup>

\*D. Kim<sup>1</sup>, \*K. H. Kim(kwonhkim@korea.ac.kr)<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>고려대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup>고려대학교 공과대학 기계공학부

Key words : cervical spine, massager, 4-bar linkage, ADAMS, sensitivity analysis

### 1. 서론

경추는 C1-C7의 7개로 구성되어있으며, 추골동맥과 신경다발 및 척수 등을 보호하는 역할을 한다. 목은 머리를 지탱하고 운동 자유도가 크기 때문에 경추의 정렬상태는 정상범위를 벗어날 수 있다. 경추의 정렬상태가 좋지 않으면 혈관과 신경의 압박으로 다양한 증세와 질환이 발생할 수 있다. 현대인들의 잘못된 생활습관과 운동부족 등에 기인하여 경추관련 질환이 급격히 증가하는 추세이다.

목에는 많은 신경과 혈관이 포함되어 있어 수술이 매우 어렵다. 비수술적인 요법으로는 경추에 물리력을 가하여 정렬상태를 개선함으로써 증세를 완화시키는 카이로프랙틱 등의 물리요법이 있다.

본 연구에서는 물리요법의 일환으로 사용될 수 있는 경추안마기를 설계하였다. 한국인의 다양한 경추 형상에 적용할 수 있는 4절 링크 경추안마기의 최적화를 위하여 ADAMS/VIEW를 이용하였고, 다구찌 기법을 이용하여 민감도분석을 하였다.

### 2. 경추 형상에 따른 4절 링크 합성

본 연구는 박세진 등<sup>1</sup>이 발표한 한국인의 경추 형상을 4절 링크의 목표 커플러 곡선(target coupler curve)으로 정하였다. 위의 연구는 후두부 곡선을 두 개의 원호로 근사하여 Fig.1과 같이 R1과 R2를 정하였고 그 결과는 Table 1과 같다.

R1과 R2가 만나는 점과 Table 1에 있는 5가지 원호 상의 각 5개씩의 점을 포함한 총 26개의 목표점(desired points)을 지정하였다. 그리고 4절 링크의 초기설계(initial design)를 Fig.2와 같이 ADAMS/VIEW<sup>4</sup>로 모델링하였다. 점 Ji는 각 조인트의 위치이고, P1은 P2에서 직선 J2-J3의 중심에

내린 수선의 발이다. 여기서 P2는 경추안마기의 롤러와 인체 후두부 간의 접촉 위치를 나타낸다. 목적함수는 위에서 언급한 26개 목표점과 커플러 곡선 사이의 최소거리의 합으로 정하였고<sup>2,3</sup>, ADAMS/VIEW를 이용하여 그 값을 최소화하였다.

Table 1. The result of cluster analysis on human neck<sup>1</sup>

R1 (mm)	R2 (mm)	percentage (%)
49	116	26
49	57	20
88	116	14
88	143	19

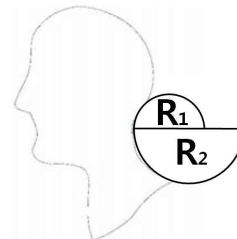


Fig. 1 Human neck and the radii R1 and R2<sup>1</sup>

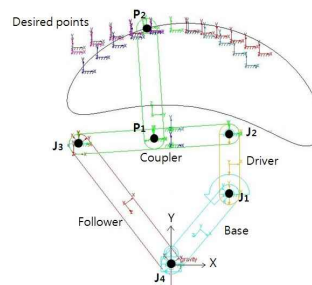


Fig. 2 The initial design of four-bar linkage and its coupler curve

목적함수와 구속조건은 다음과 같다.

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^{26} \min(\overline{D_i P_2})$$

$$X_i - 10\text{mm} \leq X_i \leq X_i + 10\text{mm}, i = 1, 8$$

$$45 \leq P_1 P_2 \leq 65$$

여기서  $X_i$ 는 각 조인트의 X, Y 좌표이다. 합성된 4절 링크의 각 조인트 좌표와  $P_1$ 과  $P_2$ 사이의 거리, 목적함수의 초기 값과 결과 값, 커플러 곡선을 Table 2, Fig.3에 나타내었다.

Table 2 Initial and final design values

Design value(mm)	Initial value	Final value
Object value	116.0121	66.8421
X1	29.0	25.1242
X2	34.5	39.1619
X3	29.0	30.2468
X4	64.5	63.2182
X5	-45.84	-47.3579
X6	59.48	58.0194
X7	0.0	-4.0407
X8	0.0	-2.7497
$P_1 P_2$	55.0	56.3178
Base length	45.0	51.06
Driver length	30.0	24.6
Coupler length	75.0	77.78
Follower length	75.0	74.63

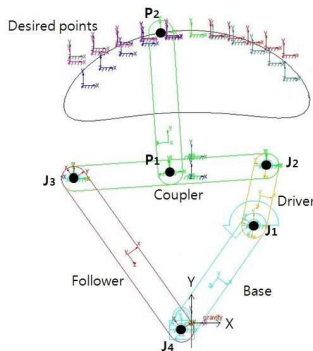


Fig. 3 The final design of four-bar linkage and its coupler curve

### 3. 민감도 분석

Base의 방향을 유지한 상태에서 Table 2의 링크 길이를 중심으로 Table 3와 같이 2 수준 값을 선정하고 L8 직교배열표<sup>5)</sup>를 사용하여 목적함수에 대한 민감도를 분석하였다. Fig. 4에서 볼 수 있듯이 베이스 링크(base link)의 길이가 가장 큰 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

Table 3 Design parameters

Design parameter	A follower	B driver	C base	D coupler
1 (mm)	82.1	27.06	56.17	85.56
2 (mm)	67.12	22.14	45.95	70.00

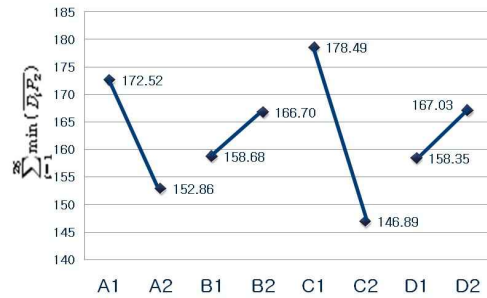


Fig. 4 Mean value analysis for the parameters in Table 3

### 4. 결론

한국인의 신체에 맞는 경추 안마기의 최적 설계를 목적으로 경추 형상에 맞는 커플러 곡선을 생성하는 4절 링크를 합성할 수 있었다. 민감도 분석을 통하여 베이스 링크(base link)의 길이가 주요 설계인자임을 알 수 있었다.

### 후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구 재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-001641)입니다.

### 참고문헌

1. 박세진, 정은희, 전효정, 이준수, 박성빈, 강덕희, "제품설계를 위한 경추 형상분류에 관한 연구," 대한인간공학회 2007 추계학술대회 2007.11., 398-401, 2007.
2. Ting-Yu Chen and Chen-Ming Yang, "Multidisciplinary design optimization of mechanism," Advances in Engineering Software, **39**, 301-311, 2005
3. Sancibrian, R., Viadero, F., Garía, P. and Fernández, A., "Gradient-based optimization of path synthesis problems in planar mechanisms," Mechanism and Machine Theory, **39**, 839-856, 2004.
4. MSC.Software, "Adams/View help - MSC Adams 2010," MSC.Software., 2010
5. Taguchi, G., "Taguchi Methods," ASI Press, 1992.