

# 생체역학적 수면베개 설계를 위한 에어셀 형상의 영향성 연구 A Study of the effect of air-cell shape for biomechanics pillow design

\*임혁주<sup>1</sup>, #홍정화<sup>1</sup>

\*H. J. Lim<sup>1</sup>, #J. H. Hong(hongjh32@korea.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 제어계측공학과

Key words : pillow, air-cell, biomechanics, simulation

## 1. 서론

인간에게 수면은 30%정도를 차지하며 수면을 통해 몸의 대사기능 균형을 회복시키고 누적된 피로를 풀어주는 작용을 한다. 하지만 바쁜 일상생활 속에서 과로와 수면부족으로 인한 피로로 인해 수면의 질에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 기능성, 고급형 베개(메모리폼, 라텍스 등)의 사용이 증가하고 있지만 생체역학적 특성을 고려하여 적용된 예는 많지 않은 실정이다.

자신의 체형에 맞지 않는 베개의 사용은 경추(cervical spine)의 정상만곡(cervical curvature)을 방해하여 척추후관절(facet joint), 디스크, 근육 및 인대 등에 미세손상(microtrauma)을 주어 질환의 원인이 발생하기도 한다.<sup>1</sup> 이상적인 베개는 척추의 정상적인 정렬을 유지하면서 경추를 지지해야 하며, 머리모양에 따라 적절히 성형될 수 있도록 부드러워야 한다. 또한 근긴장이 없고 후관절(facet joint)에 무리가 가지지 않아야 한다고 한다.<sup>2</sup>

따라서 본 연구에서는 천연고무(natural rubber)를 이용한 에어셀 형태의 베개를 개발하고자 에어셀의 형상 변화에 따른 영향성을 유한요소 시뮬레이션을 통해 확인하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 인체모델 구성

본 연구에서 사용된 인체모델은 MADYMO(TNO Automotive, Netherlands)에서 개발된 모델로 50% tile 남성모델이며, 신장 174cm, 체중 75.7Kg의 Facet Human Model(FHM)을 사용하였다.

FHM은 90여개 이상의 물체와 수많은 조인트로 연결되어 있으며 근육과 피부를 표현하는 인체표면은 셀 형태의 유한요소로 이루어져 있다. FHM의

골격은 기구학적 조인트로 연결된 강체(rigid body)들로 구성되어 있으며 강체의 관성이나 기구학적 조인트의 운동범위는 생체역학적 실험에 의한 데이터에 기반을 두고 있다. 근육과 피부를 이루는 표면은 질량이 없는 셀 요소 표면으로 이루어져 시뮬레이션에 용이하다(Fig. 1).

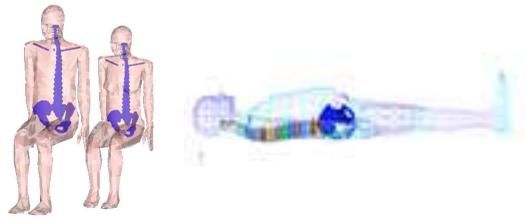


Fig. 1 The human model of MADYMO

### 2.2. 에어셀 베개 모델링

본 시뮬레이션에 사용된 에어셀은 셀과 셀 사이에 모두 공기 유동통로가 지정되어 있으며, 상호교환 되도록 설계되어 있다. 셀들은 단일 셀로서 셀에 압력을 가하면 주변의 셀로 공기가 이동하는 구조로 모델링 되어 있다(Fig. 2). 셀을 지지하는 하단은 강체(rigid body)로 구성되어 있으며, 적정 베개의 높이는 바로 누운 자세에서 남자 8.0±0.5cm, 여자 6.0±0.5가 적절하다고 하였다.<sup>3</sup> 따라서 셀의 높이를 남자의 베개높이 기준인 8cm로 설계하였으며, 에어셀 형상 변화에 따른 영향성을 확인하기 위하여 단일 셀부터 셀의 개수를 증가시켜 9가지 형태의 셀을 모델링하였다(Fig. 3).

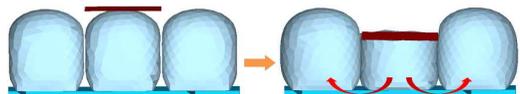


Fig. 2 The presson of rigid plate on cell

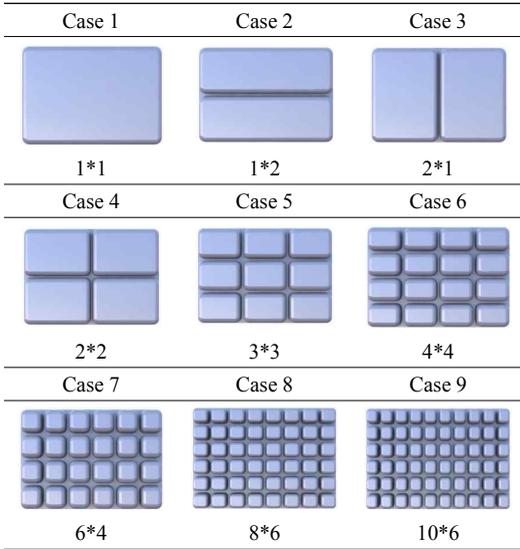


Fig. 3 The modeling of air-cell type for simulation

### 3. 시뮬레이션 및 결과

MADYMO 프로그램에서 고무의 비선형적 특성을 잘 표현한 mooney-rivlin material이 있으나 모델의 복잡성과 해석시간으로 인해 선형탄성모델(linear elastic isotropic)을 사용하였다. 셀의 하단은 상하좌우로 움직이지 않도록 고정하였으며 인체의 머리가 베개의 중심에 위치하도록 하였다. 셀에 공기를 주입하면서 인체모델에는 상하 진동이 발생하며 일정시간 경과 후 진폭이 감소하여 정적 평형상태에 도달하게 된다. 정적 평형상태에 도달 후 모멘트와 각도를 측정하였다(Fig. 4).

경추만곡(cervical curvature)의 측정은 여러 논문에서 타당성을 검증받은 머리-경추각(cranio-vertebral angle) 측정법을 이용하였다. 머리-경추각은 경추 7번의 가시돌기와 귀(tragus)를 연결한 선을 수평선과 교차하여 머리와 경추의 관절 가동 범위를 측정 한다.

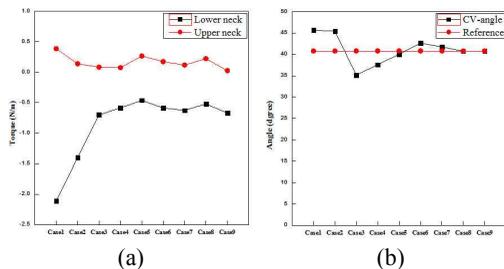


Fig. 4 The simulation result (a) torque and (b) CV-angle

### 4. 결론

본 연구에서는 천연고무(natural rubber)를 이용하여 에어셀 형상 변화에 따른 영향성을 분석하였다. 결과는 다음과 같다.

- 1) 셀의 개수가 증가 할수록 목에 작용하는 모멘트는 감소하는 경향을 보였다.
- 2) CV-angle을 이용한 측정 결과 셀의 개수가 많은 Case8과 Case9가 경추만곡에 가장 근접한 값을 보였다.
- 3) 셀의 개수가 많아지는 경우 셀의 수평 면적이 작아져 셀을 지지하지 못하며 횡방향으로 무너지는 결과를 보였다.

향후 목을 지지하는 셀의 경우 머리를 지지하는 셀보다 높이를 증가시켜 목을 감싸주는 형태의 셀에 대한 연구가 필요하며, 셀에 너무 많은 공기를 주입하거나 적게 주입할 경우 머리모양에 따라 성형이 잘 이루어지지 않는 결과를 나타낼 수 있으므로 적정 압력을 찾는 연구가 수반되어야 할 것이다.

### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2012-0000790)

### 참고문헌

1. Barnsley, L., Lord, S. M., Wallis, B. J., Bogduk, N., "The prevalence of chronic cervical zygapophyseal joint pain and whiplash", Spine, Vol. 20, pp. 20-25, 2005.
2. Liebensoon. C., "Rehabilitation of The Spine: 1<sup>st</sup> ed., Williams and Wilkins., 1996.
3. Nam. Y. J., Lee, Y. S., "The Ergonomic Study on the Height of the Pillow[II], Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 8. No. 1, pp. 3-17, 1989.
4. Lau HMC, Chiu TW, Lam TH. Clinical measurement of craniovertebral angle by Electronic Head Posture Instrument: A test of reliability and validity. Man Ther. 2009;14(4);363-68.