

후방충돌시 승객보호를 위한 능동형 헤드레스트 개발에 관한 연구

김 동욱, 김 남균, 고 영호**

전북대학교 대학원 의용생체공학과

*전북대학교 의과대학 의공학교실

**전북대학교 공과대학 전기공학과

A Study on Development of an Active Headrest for the Passenger when Rear-end Collision

D. W. Kim, N. G. Kim* and Y. H. Ko**

Department of Biomedical Engineering, Graduate School, Chonbuk National University

*Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Chonbuk National University

**Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Chonbuk National University

ABSTRACT

We investigated the possibility of preventing a passenger's whiplash injury by rear-end collision. We sought to prevent the whiplash injury by applying an active headrest system to a passenger. A main factor in whiplash injury is the backward, rapid, passive, and negative acceleration of the head.

Our results showed that the active headrest system does reduce the backward, rapid, passive, and negative acceleration of the head.

As a conclusion, Our active headrest system is a useful equipment to prevent whiplash injury.

서 론

오늘날 차량 보유 대수가 급속히 증가함에 따라 차량 사고가 빈번해지면서 인명 피해가 급증하고 있다. 따라서 운전자나 탑승객 보호를 위한 자동차 안전장치의 중요성이 이미 오래 전부터 대두되고 있어 에어백등을 비롯한 여러 종류의 안전장치가 개발되어 실용화되고 있다.

본 연구에서는 자동차의 후방 충돌(rear-end collision)시 운전자나 승객을 보호할 수 있는 장치의 개발에 관심을 두고 있다.

후방 충돌이라고 하는 것은 자동차가 정지 또는 주행 상태에서 자동차의 뒷부분에 충격을 받는 것을 말한다. 이러한 경우 운전자나 승객의 머리가 헤드레스트와 밀착되어 있지 않음으로 인하여 머리가 아주 빠른 가속도로 후방으로 과도하게 젖혀지게 된다. 이러한 현상은 목부분에 받는 충격(whiplash injury)이라고 알려져 있으며, 목디스크, 두통, 현기증 그리고 이명현상을 초래하는 등 후유증은 매우 심각하다. 특히 목주변의 근육에 전달되

는 통증이나 두통 그리고 어지러움증등의 증세는 일상생활을 하는데 아주 불편함을 느끼게 하며, 심한 경우에는 생명을 잃게 되기도 한다.[1,2,3,4]

현재 자동차에 장착되어 있는 대부분의 헤드레스트는 운전자나 승객의 머리와 목을 보호하기 위해 서라기 보다는 오히려 형식적인 하나의 머리 받침대로써 부착되고 있다. 실제로 승차시 운전자나 승객의 머리와 헤드레스트와의 거리를 살펴보면 약 10cm정도의 간격이 있음을 쉽게 목격할 수 있다. 이는 후방충돌시 머리가 후방향으로 쉽게 높은 가속도를 가지고 젖혀지는 원인을 제공하게 된다. 따라서, 운전자나 승객의 머리부터 헤드레스트까지의 거리를 좁혀 주게 되면, 후방충돌시 후방향으로 가속되어 오는 머리를 짧은 시간 안에 지탱시켜 주게 함으로써, 가속도를 감소시켜, whiplash injury를 감소시킬 수 있도록 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 운전자의 머리와 헤드레스트의 사이를 가능한 한 좁혀줌과 동시에 운전시에 불편을 느끼지 않는 능동형 헤드레스트를 개발하고, 이 시스템이 whiplash injury의 예방에 효과적인가를 검토하고자 한다.

설계 개념

자동차의 후방충돌시, 후방 자동차의 속도가 아주 저속일 경우에도 앞차의 탑승자의 머리는 그림.1에 나타낸 것과 같이 아주 빠른 가속도로 후방으로 과도하게 젖혀지게 되며, 그 충격으로 뇌가 손상되거나, 목뼈가 골절되는 whiplash injury를 입을 수 있다.

따라서, whiplash injury를 방지하기 위해서는, 두부의 후방향으로의 가속도를 줄여주는 것은 효과적인 방법이라 생각된다.

실험장치 및 방법

1. 실험장치

그림 3 은 본 연구에서 사용된 계측 시스템의 개략도를 나타낸다.

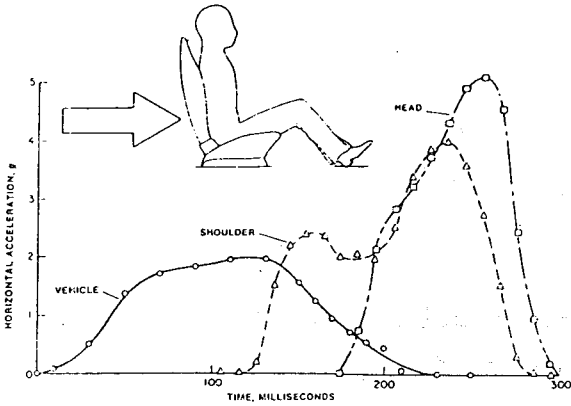


그림 1. 후방충돌에 따른 자동차, 어깨, 머리의 수평가속도 변화

자동차에 탑승하면, headrest에 머리를 기대며 앉는 것이 일반적이다. 이때 그림 2-(a)에 보여지는 것처럼, 자동차의 운행 상태에 따라서, 머리가 계속해서 약간씩 흔들리게 된다. 이 흔들림은 스프링처럼 움직이는 목의 기본 구조 때문이다. 그러나, 원가의 원인에 의하여 후방충돌을 겪게 되면 그림 2-(b)와 같이 머리가 후방으로 높은 가속도를 가지고 젖혀지게 되어 과도하게 머리와 목에 충격을 받게 된다. 따라서, 그림 2-(c)와 같이 충격 감쇠 효과가 있는 능동형 headrest 시스템을 이용하면 머리와 목의 충격을 줄일 수 있고, 가속도를 감소시킬 수 있어, whiplash injury를 방지할 수 있다고 하는 것이 본 연구의 기본 아이디어이다. 능동형 headrest 시스템의 주 기능은 능동적으로 머리의 움직임을 감지하고 이에 대응하여 헤드레스트의 위치가 변화하는 것이다.

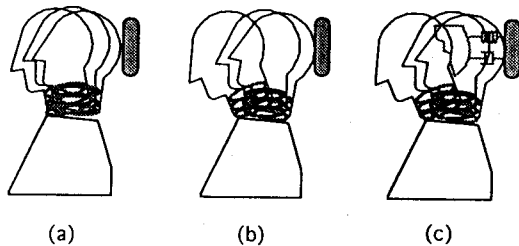


그림 2. 설계의 기본 개념

- (a) 일반적 승차상태,
- (b) 일반 headrest장착시의 후방충돌,
- (c) 능동형 headrest장착시의 후방충돌,

이 시스템은 급정지나 후방 충돌시, 머리의 갑작스런 부가속도 변화를 감소시킴으로써, 목뼈의 골절을 방지하는 것이다. 또한, 부가적으로 머리와 headrest사이의 충격을 흡수하며, 머리가 부드럽게 후방으로 움직일 수 있도록 하는 기능을 가지고 있다.

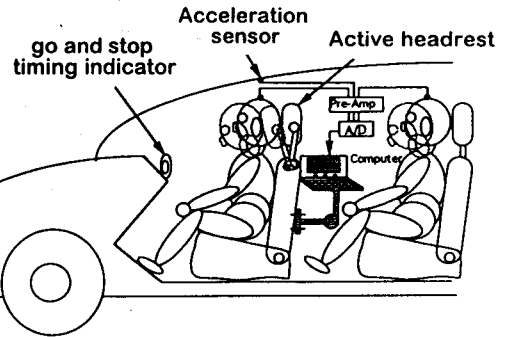


그림 3. 실험장치의 모형도

실험장치는 크게 나누어, 능동형 headrest 시스템, 피험자 머리에 부착시킨 3차원 가속도 센서 (Kyowa, AWS-10GA), 자동차 차체, 데이터 분석과 기록을 위한 개인용 노트북 컴퓨터, 정지 상태와 출발 상태를 지시하기 위한 타이밍 기기로 구성되어 있다. 능동형 headrest 시스템은 두개의 단단계 공기압 실린더, 머리와 headrest의 간격을 감지를 위한 광센서로 구성되어 있으며, 그림 4와 같은 제어 회로로 구성되어 있다.

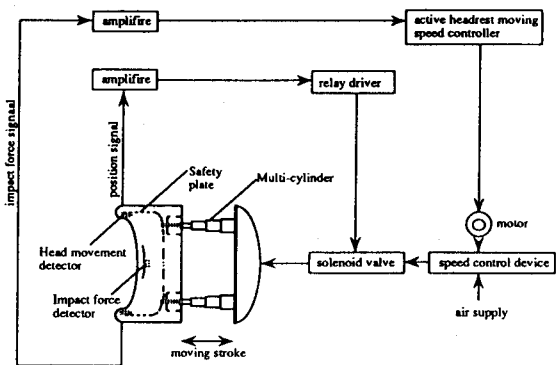


그림 4. 능동형 Headrest 시스템의 블럭선도

2. 실험방법

피험자는 20~26세의 건강한 성인 10명을 대상으로 하였다. 매 실험마다, 두명의 피험자를 앞을 보고 똑바로 의자에 앉게 하고, 한사람에게는 능동형 headrest가 장착된 의자에 앉도록 하고, 또다른 한사람에게는 기존의 headrest가 장착된 의자에 앉도록 하였다.

록 하여 실험을 실시하였다. 각각의 피험자에 선형 가속도계가 부착된 헤드기어를 착용시킨 후, 가상의 충돌 상태를 모의하기 위하여 직선 도로에서 브레이크 조작으로 정지와 출발을 반복하는 운전을 실시하였다. 각 실험의 평균 시간은 약 1분이었다.

3. 데이터 분석

오프라인 분석을 위해 추출된 가속 신호는 12비트 A/D 컨버터(샘플링 주파수-30Hz)를 통해 노트북 컴퓨터로 입력된다. 능동형 headrest 시스템이 효과적으로 후방의 급속하고 피동적인 머리의 부가속을 줄일 수 있는지 알기 위해 능동형 headrest 시스템이 장착된 경우와 기존의 headrest가 장착된 경우의 피험자의 가속도 변화를 검토하였다. 또한, 자동차와 피험자에 대한 가속도 데이터의 power 스펙트럼을 구하였다. 이는 능동형 headrest 시스템의 장착에 의하여 두부의 움직임을 어느 정도 효과적으로 감소 시키고 있는가 하는 것을 알아보기 위한 것이다.

실험 결과

그림 5 는 시간 영역에서의 가속도 변화를 기록한 것으로서, 자동차의 진행 방향을 기준으로 가속도의 변화를 나타낸다. 그림 5 의 (a)기존의 headrest를 장착한 경우, (b)는 능동형 headrest를 장착한 경우, (c)는 자동차 차체의 가속도 데이터를 보여준다. 능동형 headrest 시스템을 장착한 경우가 기존의 headrest를 장착한 경우에 비하여 급속하고 피동적인 머리의 부가속이 현저하게 줄어든 것을 알 수 있다. 또한 피험자의 부가속도의 크기는 능동형 headrest시스템의 유무에 관계없이 자동차의 가속도 크기보다 더 크게 나타났다.

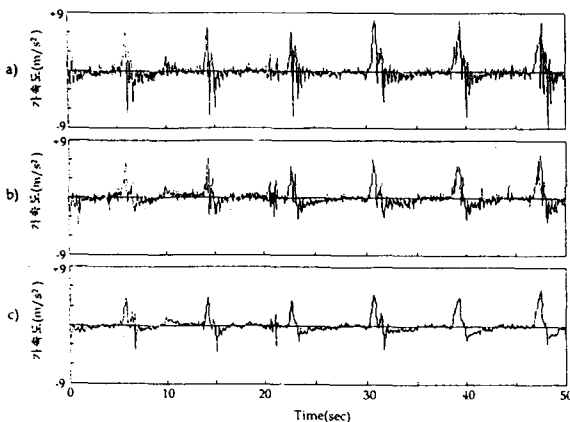


그림 5. 대표적인 시간 영역에서의 가속도 기록
(a) 기존의 headrest 장착
(b) 능동형 headrest 시스템 장착
(c) 자동차

그림 6 은 가속도 변화의 대표적인 파워 스펙트럼을 나타낸다. 그림 6 의 (a)는 기존의 headrest를 장착한 경우, (b)는 능동형 headrest를 장착한 경우, (c)는 자동차 차체의 가속도의 파워 스펙트럼을 나타낸다. 머리 움직임의 주요 주파수 범위는 0~2Hz의 사이에 있으며 능동형 headrest 시스템을 사용함으로써, 2Hz이상에서 power 스펙트럼이 감소한 것을 알 수 있다, 특히 1~2Hz사이의 주파수 성분은 현저하게 감소된 것을 알 수 있다. 또한, 머리 움직임의 주파수 성분은 자동차의 주파수 성분보다 높게, 그리고 넓은 범위(1~3Hz)에 걸쳐 있는 것을 알 수 있다.

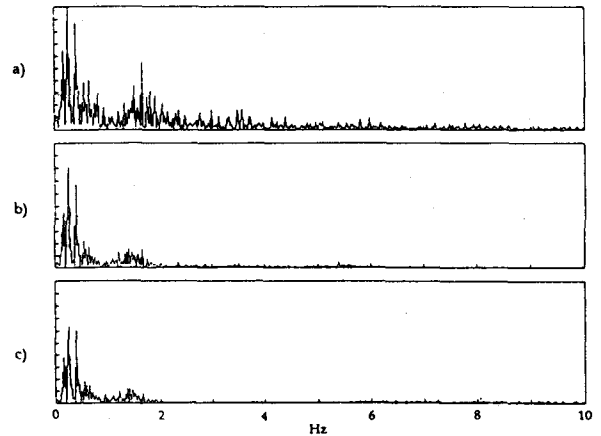


그림 6. 가속도 기록의 대표적인 파워 스펙트럼
(a) 기존의 headrest 장착,
(b) 능동형 headrest 시스템 장착,
(c) 자동차,

고 찰

본 연구에서는 자동차에 능동형 headrest 시스템을 장착함으로써, 후방충돌시 승객의 머리 부위의 급격한 가속도의 변화에 의한 whiplash injury를 방지할 수 있는가의 가능성에 대하여 검토하였다.

whiplash injury를 유발하는 주요 원인은, 후방충돌시 차량이 급격한 충격을 받게 되어, 탑승자의 두부가 후방의 급속하고 피동적인 부가속이 생기게 되며, 이로 인하여 두부의 과도한 움직임이 발생하기 때문이다. 따라서, whiplash injury를 감소시키기 위해서는, 두부에 작용하는 부가속도의 급격한 변화를 줄여주도록하는 장치는 효과적인 방법이라 말할 수 있다.

본 연구 결과로부터, 능동형 headrest 시스템은 효과적으로 머리의 부가속을 줄여 준 것으로 나타났다. 이것은 머리와 headrest사이의 간격을 신속하게 좁혀 주며, 야구공을 받는 글러브처럼 머리와 headrest간의 충격을 감소시켜 주었기 때문이다.

여하튼, 능동형 headrest 시스템이 급속한 머리의 부가속 변화를 감소시킬 수 있었다는 것은 흥미로운 점으로써, 이 점이 whiplash injury를 예방하는

대 큰 역할을 하리라고 기대되어진다. 계속적인 연구와 시스템의 실질적인 유용성을 평가하기 위해서는 머리와 headrest 시스템 사이의 충격을 정량적으로 측정할 수 있는 방법이 요구된다.

결 론

본 연구에서는 후방충돌시 승객 보호를 위하여, 능동형 headrest 시스템을 제안하였으며, 이의 유용성을 실험적으로 검토한 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 능동형 headrest 시스템을 사용함으로써, 승차자의 머리 움직임의 가속도 값(정·부가속도 모두) 감소된 것을 알 수 있었다.
2. 능동형 headrest 시스템을 사용함으로써, 승차자의 머리 움직임의 주파수 성분이 고주파 영역에서 감소됨을 알 수 있었다.
3. 능동형 headrest 시스템을 사용함으로써 머리의 부가속도를 줄일 수 있어, 승차자의 whiplash injury를 감소시키는데 효과적임을 알 수 있다.

따라서, 능동형 headrest 시스템을 장착함으로써, 후방충돌시 승객의 목 부분을 보호하여 whiplash injury를 예방하는데 큰 효과가 있다고 결론 지을 수 있다.

참 고 문 헌

1. Th. Probst, S. Krafczyk, W. Bughele, and Th. Brandt, "Visuelle Pravention der Bewegungskrankheit in Auto" Arch Psychiatr Nervenkr, vol.231, pp.409-421, 1982.
2. Augustus A. White III, Monohar M. Panjabi, "Clinical Biomechanics of the Spine" J.B. Lippincott Company, Philadelphia, 1990.
3. Severy, D.M., Mathewson, J.H., and Bechtol, C.O., "Controlled Automobile Related Engineering and Medical Phenomena", Medical Aspects of Traffic Accidents. Proceedings of Montreal Conference, p.152, 1955.
4. Ommaya, A.K., and Hirsch, A.E., "Tolerances for Cerebral Concussion from head impact and Whiplash in Primates", J.Biomech., vol.4, pp.13,1971.