

완전 몰입형 가상현실로 인한 사이버 멀미가 동적 균형에 미치는 영향

김나은, 김유림, 문상철, 이동훈, 임호정, 장은경, 홍지은, 강종호*
부산가톨릭대학교 물리치료학과

The Effect of Dynamic Balance on Cyber Motion Sickness of Full Immersion Virtual Reality

Na-Eun Kim, Yu-lim Kim, Sang-cheol Moon, Dong-hung Lee,
Ho-jeong Lim, Eun-kyung Jang, Ji-eun Hung, Jong-ho Kang*
Division of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

요약 본 연구는 완전 몰입형 가상현실 장비의 사용으로 발생하는 사이버 멀미로 인해 야기된 동적균형의 변화가 낙상을 일으키는지 알아보려고 하였다. 연구의 취지를 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 균형감각이 정상인 20대 성인남녀 39명을 대상으로 VR착용 전과 후의 멀미지수, 심박수를 측정하고 Biorescue의 안정성 한계 검사를 실시하였다. 가상현실 체험을 위한 도구로 Samsung gear VR을 이용하였고, To the Homeland 라는 게임을 20분간 실시하였다. VR착용 후 동적균형훈련이 약간 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. VR착용 전과 후의 멀미변화는 멀미 설문조사를 통해 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 심박수 변화는 Pulse Oximeter을 이용하여 심박수 증가를 보여 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 일반인을 대상으로 완전 몰입형 가상현실 체험은 멀미가 유발되나 동적균형문제에는 다소 영향을 미치지 못하였다. 그렇기 때문에 VR 착용으로 인한 사이버멀미는 균형감소와 낙상을 유발시키지 않는다.

주제어 : 완전 몰입형 가상현실, 사이버 멀미, 동적균형, 낙상, 물리치료

Abstract The purpose of the study was to explore whether the Cyber Motion sickness used VR causes a change in the dynamic balance and fall. For 39 people who voluntarily participated in this study, this study measured the motion sickness questionnaires, the heart rate and stability of limit test in BioRescue. The study used Samsung Gear VR and applied the games to the To the homeland. The game proceeded 20minutes. Although the value of the stability after a VR application is slightly reduced, it did not reach statistical significance. The motion sickness questionnaires increased, and it had a statistical significant impact. Also Heart rate increased and it had a statistically significant impact. A virtual reality game affect for getting motion sickness but it did not affect the dynamic balance. So, cyber motion sickness caused by virtual reality wear does not result in decreased balance and falls.

Key Words : Full immersion virtual reality, Dynamic balance, Motion sickness, Fall, Physical therapy

1. 서론

가상현실(VR : Virtual Reality)이란 컴퓨터의 프로그램을 통하여 디지털화된 콘텐츠를 사용자에게 실제와 유사한 경험을 만들어주는 쌍방향성 시뮬레이션을 말한다

[1].

이러한 가상현실을 상용화한 것은 2000년대 중반에 반 몰입형 가상현실을 즐길 수 있는 소니의 플레이스테이션2, 닌텐도의 위를 출시하면서 시작되었고, 이 장비들은 적절한 현실감을 재현하고 흥미와 재미로 동기를 유

*Corresponding Author : Jong-Ho Kang(swihtun@cup.ac.kr)

Received December 10, 2017

Accepted February 20, 2018

Revised January 23, 2018

Published February 28, 2018

말하며 사용자와 장비간의 상호작용적 인터페이스를 가지고 있고 각종 콘텐츠를 이용함으로써 사용자의 욕구를 해소시켜주며 동기부여는 물론 자아만족감을 가지게 하는 쌍방향성 가상현실 장비이다. 또한 몰입형 장비들은 각각 제공하는 콘텐츠에 대해 사용자와 장비간의 시각적, 청각적으로 피드백을 주고받으며 화면상의 물체를 옮기고, 사용하여 현실상의 상황처럼 사용자의 움직임을 유발시킨다[2].

가상현실 장비를 사용했을 때 의도적으로 만들어낸 움직임을 이용한 시각적, 청각적 피드백 훈련은 정상 성인은 물론, 균형이 저하된 노인이 나 척수 손상 환자, 뇌졸중 환자 그리고 편마비 환자의 균형에 효과적인 치료 기기로 사용가능하다고 하였다[3].

Nintendo사에서 제공하는 Wii Sport라는 프로그램을 사용하여 낙상의 위험이 있는 뇌졸중 환자들에게 적용한 결과 적용 전보다 적용 후 낙상 효능감이 향상되어 뇌졸중 환자에 대한 낙상위험률이 감소를 입증하였고[4], 뇌졸중 환자를 대상으로 X box Kinect를 이용하여 가상현실 상에서 균형 능력에 대한 훈련 효과를 검증한 결과 시각적, 청각적 피드백을 통해 능동적인 움직임을 유발하여 자세적 안정성을 향상시키고 정상 보행 패턴을 유발하여[5,6] 균형뿐만 아니라 보행능력을 향상키는 결과를 보였다[7-10].

현대기술의 발달에 따라 최근에 출시된 완전 몰입형 가상현실기술은 컴퓨터에서 만들어낸 3D 가상공간과 사용자의 오감과 상호작용을 이루는 기술로써 사용자는 새로운 3D 가상공간에서 완전 몰입감을 느끼고, 실제로 가상공간 속에 실존하는 것과 같은 현실감을 제공하는 융합 기술이다[11].

그러나 완전 몰입형 가상현실의 가장 큰 문제점은 사이버멀미(Cyber motion sickness)이다[12]. 장시간 VR 사용하는 것은 멀미 증상을 불러오고 불쾌감을 일으키며 체험시간을 감소시킨다[13].

이러한 사이버 멀미는 완전한 해결이 되지 못하고 있으며 문제로 대두되고 있다. 완전 몰입형 가상현실의 이용으로 인해서 발생하는 사이버멀미(Cyber sickness)는 감각갈등이론(Sensory conflict theory)으로 설명되어진다. 감각갈등이론은 멀미를 유발시키는 두 개의 감각 영역을 시각과 전정감각이라고 가정하고 이 두 개의 감각이 전달하는 감각 정보가 기존의 경험을 바탕으로 한 예상과 일치하지 않을 때 두 감각 정보간의 감각갈등 발생

으로 멀미가 발생한다[14].

인간은 현실 환경에서 시각과 전정감각 그리고 고유 수용성 감각의 상호간의 협응을 통해 안정된 자세를 유지할 수 있다. 그러나 시각과 전정감각간의 괴리가 발생할 경우 균형의 변화가 나타나며 이로 인해 낙상이 유발될 수 있다. 낙상은 신체적 요인에서 시각보다는 균형감각과 밀접한 관련이 있다[15].

완전 몰입형 가상현실을 시행 한 후 나타나는 사이버 멀미의 발생으로 인해 향후 완전 몰입형 가상현실로 치료에 접목시키기 위해서는 발생 가능한 낙상의 문제와 관련된 요소인 균형의 변화에 대한 연구가 많이 부족하다.

이에 본 연구는 완전 몰입형 가상현실 게임을 시행 한 후 발생되어지는 사이버 멀미에 대해 실제로 낙상의 문제를 일으킬 수 있는 정도의 동적균형의 변화가 나타나는지 알아보려고 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

대상자는 C대학에 재학 중인 대학생들로, 본 연구의 목적에 동의하여 스스로 참여를 허락한 20대 학생 40명 중 실험하기 전 어지럼증을 호소하는 자는 제외하여 39명을 대상으로 연구하였다.

연구대상자의 선정 조건은 연구자의 지시 내용, 연구내용과 목적을 충분히 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 성인을 대상으로 하였고 시각과 전정감각에 이상이 없는 자를 선정하였다.

2.2 연구 절차

본 연구는 39명의 대상자가 실험에 참여하였다. 실험 전, 후의 멀미, 심박 수, 균형의 변화를 비교해보기 위해서 VR을 체험하기 전에 멀미 설문지를 이용한 멀미지수 측정, 심박 수 측정 그리고 바이오레스큐의 안정성 한계 검사를 측정하였다. VR을 20분 동안 실시하고 후에 멀미, 심박 수, 균형의 변화를 재 측정하였다.

2.3 평가 도구 및 평가 방법

(1) 균형능력

VR 체험 전후의 동적 균형능력의 변화를 측정하기 위

해서 바이오레스큐의 안정성 한계 검사를 사용하였다. 안정성 한계 검사는 동적 자세조절 능력을 확인하기 위해 적합하며 안정성 한계 값이 클수록 동적 균형능력이 좋다고 할 수 있다[16]. 안정성 한계 검사는 장치의 감압 플랫폼 측정 판에 표시된 부분에 대상자의 양발을 위치시키고 모니터위치를 눈높이에 맞춰 자연스럽게 정면을 바라보는 기립자세를 취하게 한 후에 모니터의 지시에 따라 8가지 방향으로 무릎과 허리를 굽히지 않는 상태에서 지면에서 발바닥을 떼지 않고 체중을 최대한 이동하여 중심에서의 이동거리에 대한 한계 값을 획득하는 측정방법이다. 감압플랫폼은 610×580mm의 판에 중앙을 중심으로 400×400mm에 1cm²당 1개씩 총1,600개의 압력센서가 선 자세나 동작 시 발의 정적 동적인 압력을 측정한다. 모든 센서는 각각 독립적으로 측정되며 측정 압력의 범위는1~100N/cm²이다.

(2) 멀미

멀미증상을 측정하기위해 주관적인 측정방법을 이용하였다[17]. 선행논문의 설문지는 멀미 증상의 정도에 따라 1-5점으로 매겨지며, 결과에서 자극의 강도가 강할수록 피실험자가 느낀 멀미증상의 점수가 상승하였으므로 본 실험에서 사용한 멀미설문지는 멀미를 측정하기에 타당하다고 사료된다.

VR사용 전과 후에 느껴지는 멀미증상에 대해 표의 5 가지 증상 중 본인에게 해당되는 증상에 점수를 매겼다. 각 점수에 대한 평가는 Table 1과 같다.

Table 1. Motion Sickness Scale

| Symptom | score |
|-----------------------|-------|
| Serverely feel nausea | 5 |
| Slightly feel nausea | 4 |
| Dizziness | 3 |
| Slightly feeling | 2 |
| No feeling | 1 |

(3) 심박 수

심박 수의 변화는 자율신경계인 교감신경과 부교감신경에 의해 조절되어 심박 수 증가 및 감소가 되어 진다는 연구와 멀미가 유발되는 것이 자율신경 중 교감신경의 흥분과 밀접한 관련이 있다는 보고를 보았을 때 멀미와 교감신경의 흥분이 관련이 있다는 것을 알 수 있고, 교감신경의 흥분된다는 것은 심박 수를 증가시키는 것과 관

계가 있으므로 이는 심박 수의 증가가 멀미와 상관관계가 있다는 것을 알 수 있다[18-20].

따라서 멀미의 정도를 알아보기 위하여 간접적으로 심박 수를 측정하였다. VR 착용 전과 후의 대상자의 심박 수 변화를 측정하기 위해 Pulse Oximeter를 이용하였다. (1)대상자의 호흡이 안정된 때에 왼손의 검지에 Pulse Oximeter를 부착시켜 기기의 모니터가 손가락의 손등 쪽으로 오도록 한 후 측정하였다[21]. Pulse Oximeter는 LED와 포토다이오드를 이용하여서 손가락이나 귓볼 같은 신체의 말단 부분에서 맥박신호를 얻고 그 신호를 이용하여 심박 수를 구한다. 심박 수는 맥박신호의 Pulse간의 간격을 이용하여 구할 수 있다[22].

2.4 실험 도구

가상현실 체험을 위한 도구로 삼성 기어 VR을 이용하였다. 삼성 기어 VR은 207.8×122.5 ×98.6mm의 크기이며 무게는 345g이다. 삼성 기어 VR에 스마트폰을 usb단자로 연결하여 사용한다.

사용한 스마트폰은 삼성 갤럭시 S6와 S7 엣지를 사용하였다. 갤럭시 S6의 무게는 138g이며 S7 엣지의 무게는 157g이다. 폰을 VR기기에 연결하여 화면부위에 쫓은 뒤 삼성 기어 VR을 머리에 쓰고 끈으로 머리 크기에 맞게 조절한다. 그리고 기기 뒷 편의 렌즈 초점 조절 휠을 이용하여 초점을 맞춘다. 이후 화면을 보며 기기의 오른쪽에 있는 버튼으로 기기를 조작한다.

2.5 실험 방법

완전 몰입형 가상현실을 체험하기 전 동적 균형능력을 측정하기 위해 대상자에게 바이오레스큐 측정 방법에 대해 구두 설명 및 한 번의 측정 연습을 통해 숙지시킨 후 본 측정을 하였다. 본 측정과 함께 멀미 지수와 심박 수도 같이 측정 하였다. 그 후 점프, 장벽 피하기, 아이템 먹기, 장애물 피하기로 구성된 To the homeland(제작사: Mixreality, 장르: 액션, 캐주얼, 출시: 2016.8.31)라는 가상현실 게임을 20분간 실시하게 되는데, 체험 전 게임 방법을 구두로 설명하여 숙지 시켰고 대상자가 충분히 완전 몰입을 할 수 있도록 주위 환경을 만들어주었다. 마지막으로 완전 몰입형 가상현실을 체험하고 난 뒤 동적 균형, 멀미 지수 그리고 심박 수를 재측정 하였다.

동적 균형능력을 측정하기 위한 안정성 한계 검사는 선 자세에서 전방의 모니터에서 지시하는 방향으로 체중

이동 시 중심점에서의 거리를 측정한다. 측정자는 모니터와 50cm 떨어진 곳에서 양팔은 체간에 붙이고 양다리는 30°외회전과 양쪽 뒤꿈치를 3cm 간격을 두고 선 상태로 정면을 응시한다. 그리고 제시되는 방향에 대해 Fig. 1과 같이 체중 이동 시 양 쪽 발바닥이 판에 닿아 있도록 하였고 일부가 떨어지는 것을 허용하지 않았다.



Fig. 1. Stability of limit test



Fig. 2. Playing To the homeland

실험에 사용된 To the homeland 게임은 단계가 높아짐에 따라 점점 속도가 빨라지거나 느려지게 되어있다. 이러한 과제 수행에 환자가 능동적으로 참여하고, 흥미

와 재미를 느낄 수 있도록 해주는 과제들을 포함하였다. 또한 Fig. 2와 같이 다양한 방향으로 체중 이동을 요구하고 속도의 다양성으로 인해 발생하는 사이버 멀미에 대한 동적 균형의 변화를 알아보기 위한 수행 과제가 되는 것이다.

3. 실험 결과

3.1 연구 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 전체 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다. 실험군은 남자 16명, 여자 23명이며, 남자 평균 연령은 23.37 ± 2.02 세, 여자 평균 연령은 22.17 ± 0.82 세 이고 남자 평균 신장은 175.56 ± 2.96 cm, 여자 평균 신장은 158.17 ± 1.40 cm이다. 남자 평균 몸무게는 74.31 ± 0.32 kg이고 여자 평균 몸무게는 52.52 ± 0.13 kg이다. 그리고 평상 시 멀미를 호소하지 않는 일반 정상인들 대상으로 실험을 실시하였다.

3.2 VR 적용 전, 후 동적 균형의 변화

Table 2와 같이 왼쪽 이동 범위는 VR 적용 전 6388.2 mm^2 , VR 적용 후 6322.1 mm^2 으로 약간의 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 오른쪽 이동 범위는 VR 적용 전 6274.9 mm^2 , VR 적용 후 6249.6 mm^2 으로 약간의 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 앞쪽 이동 범위는 VR 적용 전 8687.9 mm^2 , VR 적용 후 8358.5 mm^2 으로 약간의 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 뒤쪽 이동 범위는 VR 적용 전 4325.3 mm^2 , VR 적용 후 4213.1 mm^2 으로 약간의 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 전체 이동 범위는 VR 적용 전 12833.8 mm^2 , VR 적용 후 12571.7 mm^2 으로 약간의 감소를 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

3.3 VR 적용 전, 후 멀미의 변화

Table 3과 같이 VR적용 전 멀미에 대한 멀미 지수는 1점, VR적용 후 멀미에 대한 멀미 지수는 2.64 ± 1.01 점으로 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

Table 2. Comparison of Dynamic balance ability according to playing of Virtual reality
(Unit : mm²)

| | Pre-test | Post-test | P |
|-----------|----------------------------|----------------|------|
| Left | 6388.2±2228.8 ^a | 6322.1±2443.8 | .852 |
| Right | 6274.9±2439.2 | 6249.6±2450.2 | .894 |
| Anterior | 8687.9±3003.2 | 8358.5±3162.4 | .296 |
| Posterior | 4325.3±2238.5 | 4213.1±2049.8 | .589 |
| Total | 12833.8±4703.6 | 12571.7±4747.8 | .444 |

^amean±SD, *p<.05

Table 3. Comparison of Motion Sickness according to playing of Virtual reality
(Unit : score)

| | Pre-test | Post-test | P |
|-----------------|----------|------------------------|------|
| Motion Sickness | 1 | 2.64±1.01 ^a | .00* |

^amean±SD, *p<.05

3.4 VR 적용 전, 후 심박 수의 변화

Table 4와 같이 측정 전 심박 수는 90.48±13.42회/분, 측정 후 심박 수는 96.46±16.23회/분으로 증가하였으며 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05).

Table 4. Comparison of Heart rate according to playing of Virtual reality
(Unit : number/min)

| | Pre-test | Post-test | P |
|----|--------------------------|-------------|------|
| HR | 90.48±13.42 ^a | 96.46±16.23 | .02* |

^amean±SD, *p<.05

4. 고찰

균형은 일상생활에서 활동하는 데에 필수적이며, 신체를 안정된 평형 상태로 유지하기 위한 능력으로 신체의 균형을 조절하는 능력은 서있거나 앉은 자세, 수의적인 움직임 또는 외부로부터 가해지는 힘에 대해서 자신의 신체 중심(Center of Gravity, COG)을 기저면(Base of Support, BOS)위에서 최소의 자세동요(postural sway) 하에 유지시키려는 능력을 말한다[23-24].

이러한 균형은 시각감각과 정전 감각과 그리고 고유 수용성감각의 상호작용으로 유지 할 수 있지만 완전 몰

입형 가상현실은 이 중에 시각감각과 정전감각의 피리로 인해 균형의 변화가 발생되어진다. 김윤정은 하드웨어적인 요소뿐 아니라 컷 편집, 화면의 이동과 회전도 사이버 멀미유발의 요인으로 연구 되었다고 하며 이 외에 체험 시간, VR display 유형, 신체의 움직임 정도, 가상환경화면의 움직임의 양, display lag 현상 등이 사이버 멀미를 유발시키는 요인으로 연구 되었다[25,26]. 이로 인해 완전 몰입형 가상현실은 출시되어 졌으나 기술의 불완전함으로 인해 멀미가 발생하는 것은 불가피한 사실이다.

사이버 멀미는 인체의 균형과 함께 생리학적인 영향 및 완전 몰입형 가상현실 체험에 대한 영향을 미친다. HMD(Head Mounted Display)기반의 가상현실 프로그램을 1시간 동안 사용할 경우 시각적 피로와 함께 눈의 초점이 흐려지고 착용시간이 지속될 경우 가상환경에 대한 반응이 저하된다는 결과가 나타났다. 또한 가상현실을 체험하고 난 직후 현실세계에 적응하는 것 또한 쉽지가 않아 균형이상으로 비틀거림이 나타났다. 이러한 증상 외에 메스꺼움, 구토, 방향감각이상도 나타났다며 실험하는 약 한달 기간 동안 위장장애 및 소화불량으로 생리학적인 문제를 가져왔다[27].

Ajoy는 장시간 VR을 체험하는 것은 멀미 증상 및 불쾌감을 유발시켜 체험시간을 감소시킨다고 한다[13]. 위의 사례들로 보았을 때 장시간으로 완전 몰입형 가상현실을 장시간 체험하였을 때 나타나는 증상들은 확연히 나타나지만 본 연구에서와 같이 단시간에 사이버 멀미가 균형에 문제를 일으키는지 연구한 사례는 거의 찾아보기 힘들었다.

이에 본 연구에서는 균형감각에 문제가 없는 정상인 대상으로 완전 몰입형 가상현실 프로그램 중에서 몰입도가 높은 1인칭 시점의 To the homeland 콘텐츠를 사용하여 사이버 멀미를 유발시키고 이에 대해 동적 균형의 변화에 대해 알아보고자 실시하였고, 완전 몰입형 가상현실 중재 전, 후에 따른 멀미, 심박 수, 동적 균형의 안정성 한계를 살펴본 결과 간접적으로 심박 수의 증가로 인해 멀미에 영향을 미친 것을 알 수 있었고(p<0.05) 직접적으로 설문지를 통하여 멀미가 증가하였다(p<0.05). 그러나 멀미가 유발되나 동적 균형의 변화에는 유의한 차이가 없었다(p>.05). 이러한 결과는 정상인이 완전 몰입형 가상현실을 사용 하였을 때 사이버 멀미는 유발되어지나 동적 균형에는 다소 영향을 미치지 못하였다. 그렇기 때문에 사이버 멀미로 인하여 균형의 변화로 낙상이 유발

되지 않을 것이라 사료된다.

치료의 목적으로 사용하기에는 아직까지는 기술적 측면에서는 한계점이 있다. 그러나 사이버 멀미를 감소시키는 다양한 방법이 제시되고 있다. 가상현실에 대한 체험 시간과 사이버 멀미의 정도는 선형으로 비례한다 [28]. 그렇기 때문에 콘텐츠의 적절한 체험시간과 휴식시간을 가지는 것이 가장 좋은 방법이다. 2015년 영국의 Qadeer Arshad는 두피를 통해 뇌에 가벼운 전기 신호를 보내어 결과적으로 뇌를 둔화시켜 멀미를 완화시키는 방법을 제안하였다[29]. 플레이 속도 또한 변수로 작용할 수 있다. 가상현실환경에서 속도가 증가됨에 따라 사이버 멀미가 심해지기 때문에 가상현실화면의 회전속도나 가상현실환경에서의 이동속도 등을 적절하게 조절하면 사이버 멀미를 경감시킬 수 있다[30]. 이외에도 현실의 시야각도와 가상현실환경의 시야각도의 차이로 사이버 멀미가 유발 되므로 현실과 유사한 시야각도로 현실성을 높이는 방법도 제시되고 있다[31].

5. 결론

본 연구는 시각과 전정감각에 이상이 없는 20대 일반인들 대상으로 완전 몰입형 가상현실을 체험하여 발생된 사이버 멀미가 동적 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 시행하였다. 본 실험과 같이 짧은 시간으로 적용하였을 때 사이버 멀미가 유발되었고 통계학적으로 유의한 차이가 나타났지만 실질적으로 어지럼증을 유발할 정도는 아니었다. 그리고 동적 균형능력에도 통계학적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다.

따라서 건강한 일반인을 대상으로 완전 몰입형 가상현실을 짧은 시간으로 적용 하였을 시 균형문제로 인한 낙상의 우려가 없는 것으로 생각된다. 그러나 앞으로 균형의 문제가 있는 환자들을 대상으로 완전 몰입형 가상현실이 치료에 대한 타당성을 입증하기 위해서는 질향별로 다양한 체험시간, 콘텐츠, 휴식시간 등을 고려한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] A. Rizzo, J. G. Buckwalter. (1997). Virtual reality and assessment and cognitive rehabilitation. *Stru Health Technol Inform*, 44, 123-45.
- [2] P. L. Weiss, D. Rand & R. Kizony. (2004). Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal Neuro eng Rehabilitation*, 1(1), 12.
- [3] J. W. Yi, M. Yu & T. K. Kwon. (2012). Effects of Game-based Visual Feedback Training on Postural Balance Control. *Journal of the korea contents association*, 12(3), 25-33.
- [4] J. M. Lee, D. H. Kim & S. I. Song. (2012). The Effects of Virtual Reality Program on Fall Efficacy and Activities of Daily Living for Patients with Stroke. *The Journal of Korean Society of Community Based Occupational Therapy*, 11(2), 25-35.
- [5] E. A. Keshner, R. V. Kenyon & Y. Dhaher. (2004). Postural research and rehabilitation in an immersive virtual environment. *Conf Proc I E EEEng Med BiolSoc*, 7, 4862-4865.
- [6] C. G. Horlings, M. G. Carpenter & J. H. Allum. (2009). Influence of virtual reality on postural stability during movements of quiet stance. *Neurosci Lett*, 451(3), 227-231.
- [7] A. Shumway-Cook, S. Brauer & M. Woollacott. (2009). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *PhysTher*, 80(9), 896-903.
- [8] H. K. Jeong, S. K. Lee & J. H. Heo. (2005). The usefulness of fractional anisotropy maps in localization of lacunar infarctions in striatum, *Internal capsule and thalamus. Neuroradiology*, 47(4), 267-270.
- [9] R. P. Van Peppen, M. Kortsmit & G. Kwakkel. (2006). Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke:a system aticreview. *JRehabilMed*, 38(1), 3-9.
- [10] E. A. Keshner, R. V. Kenyon. (2009). Postural and spatial orientation driven by virtual reality. *Stud Health TechnolInform*, 145, 209-228.
- [11] I. J. Kim. (2016). Virtual reality technology trend. *Broadcasting and Media Magazine*, 21(2), 51-60.
- [12] M. E. McCauley, T. J. Sharkey. (1992). Cyber sickness : perception of self-motion in virtual environments. *Presence*, 1(3), 311-318.
- [13] S. F. Ajoy, K. F. Steven. (2016). Combating VR Sickness through Subtle Dynamic Field-Of-View Modification. *2016 IEEE Symposium on 3D User Interfaces*. (pp. 201-210). USA : IEEE.
- [14] J. T. Reason, J. J. Brand. (1975). Motion Sickness. *London : Academic Press*, p 35-173.
- [15] M. O. Gu, M. Y. Jeon & Y. Eun. (2006). The

[1] A. Rizzo, J. G. Buckwalter. (1997). Virtual reality and assessment and cognitive rehabilitation. *Stru Health*

- development and effect of an tailored falls prevention exercise for older adults. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 36(2), 341-352.
- [16] J. U. Kim, M. C. Park & H. J. Won. (2013). Effect on Body Balance due to Occlusal Biteplane Splint. *The Journal of the Korea Contents Association*, 13(4), 273-280.
- [17] J. T. Lee. (2011). *A Study on image processing schemes for reducing visually induced simulation sickness on stereoscopic video*. Master's thesis. Graduate School of Kwangwoon University, Kwangwoon.
- [18] A. C. Guyton & J. E. Hall. (1996). *Textbook of medical physiology 9th Edition*. Philadelphia : WB Saunders.
- [19] K. E. Money, J. R. Lackner & S. K. Cheung. (1996). *The autonomic nervous system and motion sickness*. In : Vestibular autonomic regulation, edited by Yates BJ & Miller AD. 1st ed. New York : CRC Press.
- [20] J. Y. Kim, H. S. Kim & N. G. Kim. (2000). A Study of Human Factor induced by Exposure to Virtual Environment. *Korean Society for Emotion and Sensibility*, 231-235.
- [21] D. H. Moon, K. H. Kim & S. K. Lee. (2015). Effects of Deep Breathing with Incentive Spirometer on Pulmonary Function and O2 Saturation by Time Process in Patients with Rib Fracture. *The Journal of the Korea Contents Association*, 15(3), 174-183.
- [22] D. J. Choi, S. J. Kang. (2016). Software Architecture of a Wearable Device to Measure User's Vital Signal Depending on the Behavior Recognition. *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*. 41(3), 347-358.
- [23] J. C. Gillette, C. A. Stevermer & J. J. Abbas. (2008). Alternative foot placements for individuals with spinal cord injuries standing with the assistance of functional neuromuscular stimulation. *Gait Posture*, 27(2), 280-5.
- [24] M. Y. Liaw, C. L. Chen & Y. C. Lau (2009). Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Medical Journal*, 32(3), 297-304.
- [25] Y. J. Kim. (2016). A Study on Dramaturgy for Reducing Motion Sickness Inducer of VR Contents. *The Korean Journal of animation*, 12(2), 27-45.
- [26] W. T. Lo & R. H. So. (2001). Cybersickness in the presence of scene rotational movements along different axes. *Applied Ergonomics*, 32, 1-14.
- [27] C. M. Lee & J. H. Jeong. (2000). The study on an Using Effect of Head Mounted Display to the Body in Virtual Environments. *Korea multimedia society*, 3(4), 389-398.
- [28] R. S. Kennedy, K. M. Stanney & W. P. Dunlap (2000). Duration and exposure to virtual environments : sickness curves during and across sessions. *Presence : Teleoperators and virtual environments*. 9(5), 463-472.
- [29] Q. Arshad, Cerchiai N & Bronstein AM. (2015). Electrocortical therapy for motion sickness. *Neurology*, 85(14), 1257-1259.
- [30] K. S. Park, J. A. Choi & S. S. Kim. (2005). Relationship between Scene Movements and Cybersickness. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24(1), 1-7.
- [31] A. F. Seay, D. M. Krum & W. Ribarsky. (2001). Simulator sickness and presence in a high FOV virtual environment. *In Virtual Reality 2001 Proceedings IEEE*. (pp. 299-300). USA : IEEE.

김 나 은(Kim, Na Un)

[정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 스포츠
- E-Mail : knu0228@naver.com

김 유 림(Kim, Yu Lim)

[정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 병원
- E-Mail : alsghks0723@naver.com

문 상 철(Moon, Sang Cheol)

[정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 도수치료
- E-Mail : tkdcjfl1057@naver.com

이 동 훈(Lee, Dong Hun) [정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 신경계 치료
- E-Mail : dhlee930526@naver.com

임 호 정(Lim, Ho Jeong) [정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, IT 기술
- E-Mail : gla263@naver.com

장 은 경(Jang, Eun Kyung) [정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 신경계 치료
- E-Mail : wldms950530@naver.com

홍 지 은(Hong, Ji Eun) [정회원]



- 2018년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(학사)
- 관심분야 : 물리치료, 융합, 심폐 물리치료
- E-Mail : a5587@naver.com

강 종 호(Kang, Jong Ho) [정회원]



- 2000년 2월 : 한국방송통신대학교 보건학과 (학사)
- 2005년 2월 : 대구대학교 물리치료 전공 (석사)
- 2008년 2월 : 대구대학교 물리치료 전공 (박사)
- 관심분야 : 물리치료, 스포츠, 중소기업, 융합
- E-Mail : swithun@cup.ac.kr