



가상현실과 연동된 전신 진동기의 운동효과 및 관련 동향

정경열, 임병주, 박창대 | 한국기계연구원

이병권 | 건양대학교

천승철 | 우송대학교

[요약문]

최근 다양한 연구를 통하여 전신 진동기 운동이 신체의 근골격계, 순환계 및 내분비계 등에 효과적임이 보고되고 있다. 특히 전신 진동운동이 노인의 낙상예방, 파킨슨 및 뇌졸중 환자와 같은 신경학적 질환자의 자세조절 및 기능향상을 위한 재활치료 방법으로 효과가 있다고 밝혀졌다. 그러나 아직까지 전신 진동운동에 적합한 의료 허가를 받은 제품이 없으며, 일부 유사한 진동감을 제공하는 기기들 위주로 제작되고 있는 상황이다. 추후 의료기기의 수요를 고려할 때 고령사회로의 진입 속도가 빨라짐에 따라 노인들에게 적합한 진동기의 개발이 필요하다. 노인들은 운동참여에 보수적이며 사회성이 떨어지기 때문에 운동기의 기능적 요건과 더불어 참여를 유도하는 환경 요인을 함께 제공할 필요가 있다.

본 논문에서는 진동 운동기기를 이용한 운동 효과를 분석하고 전신 진동운동에 적합한 가상현실 콘텐츠를 제시하였으며, 국내외 개발 및 연구 중인 기기와 콘텐츠 개발 동향을 제시하였다.

1. 서론

최근 재활분야와 노인을 대상으로 하는 건강 프로그램에서 가상현실을 기반으로 하는 운동이 다양한 과제를 수행하는 새로운 운동방법으로 주목을 받고 있다^[1]. 가상현실의 가장 큰 장점은 흥미와 재미를 유발하며 사용자에게 대한 동기부여에 있어 다른 프로그램의 적용보다 효과가 있다는 것이다^[2]. 또한 노인을 포함하여 일반 환자들의 경우 이동의 불편과 함께 운동에 있어서의 안정성이 무엇보다 중요한데 가상현실을 이용한 운동 프로그램은 쉽고 간편하게 다양한 운동적용이 가능한 것으로 나타났다^[3]. 이러한 가상현실을 이용한 연구는 참여하는 대상자가 매우 다양하게 나타나고 있는 특징을 가지고 있는데, 일반노인을 비롯하여 주의력부족 행동과다 장애아동(ADHD), 뇌성마비아동, 파킨슨씨병, 뇌졸중환자 등 국내외로 폭넓게 이루어지는 것으로 나타났으며, 그 효과 역시 통계적으로 유의하게 효과가 있는 것으로 보고되었다^{[4][5][6]}.

전신 진동 운동기기관 진동하는 발판 위에서 대상자의 신체에 주파수 약 5-30Hz의 진동 강도를 제공하여 짧은 시간에 전신 및 국소 부위에 운동 효과를 주는 기구다^[7]. 이러한 진동기는 근골격계, 순환계 및 내분비계 등에 효과적이며 안전성과 편리성 측면에서도 많은 장점이 있다. 1990년대 후반 근 기능의 트레이닝을 중점으로 전신 진동기가 사용되었으나 최근에는 유럽을 중심으로 미국과 일본 등에서도 폭넓게 스포츠 팀뿐만 아니라 재활센터에서도 다양하게 사용하고 있다. 신체에 진동감을 적용한 전신 진동기는 노인 및 하지마비 장애인의 뼈에 다양한 자극을 제공함으로써 골밀도 저하를 예방할 수 있고, 진동파형의 횡수 및 크기를 조절하여 신경근육계 질환자(neuromuscular disorder)의 운동기능을 향상시킬 수 있으며, 현수(suspension)장치를 이용하여 척수손상 하지마비(paraplegia) 환자의 보행훈련도 가능하다. 그러나 이러한 신경근육계 및 척수손상 환자 개개인의 기능적 운동능력을 반영하고, 고령자 특성에 적합한 진동감을 제공할 수 있는 전신 진동기는 국내에 매우 제한적으로 제공되고 있는 상황이다.



기능적인 측면을 고려할 때 근력 약화 및 낙상의 위험이 잠재된 노인 및 장애인을 대상으로 정적인 상태에서 근력을 강화시킬 수 있으며, 낙상을 예방하기 위한 현수 장치가 고안된 안전하고 간단하며 작동하기 쉬운 전신 진동기의 개발이 필요하다. 특히 균형능력을 증진시키기 위해서는 그림 1과 같은 기존의 좌우 진동감을 제공하는 전신 진동기보다 전후 진동감이 추가된 기능의 전신 진동기 개발의 필요성이 요구되고 있다. 또한 노인의 운동 참여를 유도하고 운동의 효과를 극대화하기 위한 방안이 필요한데, 가상현실은 공간을 최대한 활용하여 신체의 오감을 통해 다양한 환경을 즐길 수 있어 노인들의 운동과 흥미 유발 효과를 동시에 얻을 수 있다. 가상현실의 필수적 요소는 최적의 환경을 제공할 수 있는 하드웨어와 진동 운동을 자연스럽게 유도할 수 있는 가상현실 콘텐츠 개발이다. 국내 IT 기술 수준을 고려하면 기기와 콘텐츠 개발 능력인 이미 확보되었다고 판단되지만, 의료효과를 고려한 콘텐츠 개발은 선진국에 비해 낮은 수준이다.

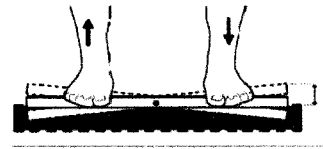


그림 1. 기존 좌우 진동기기

우리나라의 경우 2010년 총인구 중 65세 이상의 인구가 차지하는 노령화 지수가 68%로 세계 평균수치인 28%보다 3배나 많은 고령화 사회다. 2030년에는 노령화 지수가 214%로 예상되며, 그 속도는 세계에서 가장 빠르게 진행되고 있으며, 세계적인 보건의료 관련 산업은 크게 치료에서 예방으로 흐름이 바뀌어 가고 있으며, 이에 발맞추어 국내 보건의료 관련 산업도 예방, 연구개발, 기업 및 연구소의 기술혁신역량강화를 통하여 국가 산업 발전을 구상하고 있는 중이다. 고령화 사회에서 노인 인구의 구매력은 크게 증가하고, 소비의 주체 세력으로 부상하게 될 것으로 예상하고 있다.

본 논문에서는 진동 운동기를 이용한 운동 효과를 분석하고 전신 진동운동에 적합한 가상현실 콘텐츠를 제시한다. 또한 국내외의 개발 및 연구 중인 기기와 콘텐츠 개발 동향을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 진동 운동기를 이용한 운동 효과

근육을 강화하기 위하여 체중 외에 바벨과 같은 무게를 통해 근육의 힘을 증진시키는 방법을 저항운동이라고 하는데, 이와는 다르게 전신 진동기는 흔들림을 신체에 제공하여 알파-운동섬유를 지속적으로 자극하여 근육을 수축시킴으로써 근력을 강화시킨다(그림 2 참조). 이는 저항운동과 다르게 별도의 외부 하중이 아닌 체중을 사용하여 전신 진동기 자체에서 발생하는 가속도를 사용하게 된다^[7]. 일반적으로 신체의 적응 현상은 반복적인 자극으로 인한 근골격계 변화를 의미하는데, 중량 부하운동에 대한 적응은 신경적 요인과 근육적 요인으로 구성되며, 적응 초기 단계에서는 신경적 요인이 더 많이 작용하며 장기간의 운동시에는 근육적인 면이 더 중요하게 작용하게 된다^[8].

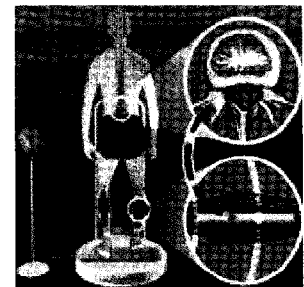


그림 2. 진동 운동기를 이용한 알파-운동신경 자극이론

흔들림을 통한 진동운동은 수동적인 형태의 등척성 운동으로 골다공증 환자의 치료를 목적으로 개발되었다^[9]. 이러한 진동운동의 효과는 초당 50/1000(20 Hz) 진동을 이용하여 지속적으로 알파-운동신경(α -motor neuron)을 자극함으로써 근육(muscle belly) 두께를 증가시키는 생리학적인 원리를 근거로 최근 많은 연구들이 진행되고 있다^[10]. 이러한 근육이나 건(tendon)에 대한 기계적 진동 자극은 반사적 근수축을 일으키는데 이것을 강직성 진동반사(tonic vibration reflex)라 한다^[11]. 또한 진동운동은 근골격근의 근육길이에 작은 변화들을 주며, 대퇴사두근(quadriceps femoris)에 대한 진동자극을 하여 척수반사 흥분 능력의 촉진시키고, 진동이 모든 운동신경 유입에서 짧은 방추 운동신경 연결고리(short spindle motorneurons connection)를 통해 흥분성 자극의 흐름을 야기하는 것으로 보고되고 있다^[12].

진동을 통해 미세한 운동신경섬유(sensory-motor fiber)를 자극하는 새로운 형태의 체성감각자극 방법은 근력을 집중적으로 향상시킴으로써 균형능력 향상, 골밀도 증가, 유산소 운동 효과 및 기능적 운동 학습을 위한 운동조절 능력을 소뇌(Cerebellum)에 각인시킬 수 있는 효과적이고 안전한 운동 방법으로 보고되고 있다. 전신에 대한 다양한 진동자극은 근육조직과 신경조직 모두 새로운 적응을 유도하여 근력이 순발력 과 균형능력 등 다양한 기능을 향상시키는 것으로 나타났다. 특히 노인의 낙상예방, 파킨슨 및 뇌졸중 환자와 같은 신경학적 질환자의 자세조절 및 기능향상을 위한 재활치료 방법으로 다른 관련된 선행연구들에서도 지속적으로 밝혀지고 있다^[3].

표 1에서는 여러 연구자들이 여성과 환자들을 대상으로 전신 진동운동을 수행하였을 때 진동운동을 하지 않은 실험자와의 비교를 통해 효과를 검증한 자료이다. 진동운동을 수행한 실험군은 무릎 신전근력과 점프 수행력의 증가, 골밀도 증가 등의 효과를 나타내었다. 또한 위약진동 운동, 저항운동 보다 진동운동이 훨씬 더 효과적이라는 연구 결과를 보여주고 있다.

진동운동이 신체에 미치는 다양한 영향을 좀 더 세분화시켜 근기능, 골격계, 순환계에 주는 영향 다음에 제시한다.

표 1. 전신 진동운동의 연구 결과

연구자(연도)	연구 대상자	적용방법	연구 결과
Delecluse et al. (2003)	건강한 여성 67명	실험군1:전신진동운동 실험군2:위약진동운동 실험군3:저항운동 대조군: 운동 없음	실험군 1이 다른군에 비해 유의하게 무릎 신전근의 근력, 점프수행력에서 증가를 보임
Roelants et al. (2004)	폐경기 여성 89명	실험군1:전신진동운동 실험군2:저항운동 대조군: 운동 없음	실험군 1이 다른군에 비해 유의하게 무릎 신전근의 근력, 점프수행력에서 증가를 보임
Verschueren et al. (2004)	폐경기 여성 70명	실험군1:전신진동운동 실험군2:저항운동 대조군: 운동 없음	무릎 신전근의 근력과 고관절 골밀도에서 실험군 1이 다른군에 비해 유의한 증가를 보임
Ahlborag, Andersson, Julin(2006)	강직성 양하지 마비 환자	실험군:전신진동운동 대조군: 저항운동	실험군과 대조군사이에 무릎 신전근의 강직과 움직임 기능의 유의한 차이를 보임
van Nes et al. (2006)	아급성 뇌졸중환자 53명 (6주 이전)	실험군:전신진동운동 대조군: 운동 없음	실험군이 대조군에 비해 유의하게 균형과 체간조절기능의 유의한 증가를 보임
Tihanyi et al. (2007)	급성 뇌졸중 환자 16명 (10-27일)	실험군:전신진동운동 대조군: 운동 없음	실험군이 대조군에 비해 유의하게 무릎 신전근의 근력에서 증가를 보임

2.1.1 진동운동이 근기능에 미치는 영향

일반적으로 전신 진동운동은 노년 여성의 하지 근력과 움직임의 속도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었으며, 이러한 전신 진동운동은 일반적인 근력운동의 형태인 저항운동에 비해 정적 근력뿐만 아니라 동적 근력까지 향상되는 것으로 나타났다^[14]. 움직임의 속도 역시 증가된 것으로 나타났으며 이러한 진동운동의 경우 여성 노인에게 근력 운동 시 발생할 수 있는 상해에 대해 안전하고 알맞으며, 효과적인 운동방법으로 증명되었다^[8]. 특히 힘을 측정할 수 있는 기준이 되는 점프 테스트의 경우 전신 진동운동과 웨이트 트레이닝을 비교한 결과 전신 진동운동에서만 유의하게 증가된 것으로 보고되었다^[15]. 노인들에 있어 빈번하게 나타나는 낙상의 경우 하지 근력과 밀접한 상관



관계가 있는 것으로 나타났으며, 특히 노인에게서 주로 나타나는 하지의 근위축이 진동운동을 통해 현저하게 개선되는 것을 확인할 수 있다^[14]. 이와 같이 전신 진동운동은 근기능에 있어 근력과 더불어 순발력 그리고 협조성까지 개선되는 것으로 단순한 기능학적 효과뿐만 아니라 형태적, 신경학적 등 다양한 측면에서 근기능의 발달에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다^{[15][16]}.

2.1.2 진동운동이 골격계에 미치는 영향

일반적으로 골밀도에 관한 연구를 보면 대부분 폐경기 이후 여성 노인을 대상으로 일반적인 운동의 효과를 보는 것이 보편화되어 있다. 최근 연구를 보면 여성 노인뿐만 아니라 남성에서도 골밀도의 소실이 심각한 노화 현상으로 나타나고 있으며, 특히 움직임이 일반인에 비해 현저하게 떨어지는 신체 장애인의 경우 골소실은 더욱 현저하게 나타난다. 독일의 경우 전신 진동운동기기를 통한 연구에서 골밀도에 대한 부분을 중점적으로 다루었으며, 골밀도의 증가가 일상 생활 동작의 향상뿐만 아니라 질적인 삶의 향상에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 이러한 전신 진동을 통한 운동은 진동 주파수에 따른 효과로 세분하여 연구되는데, 30Hz의 강도로 하루 최소 2분 이상 진동운동을 실시한 결과 척추의 요부 대퇴 피질골에서 유의한 골밀도 증가가 나타난 것으로 알려졌다^{[17][18]}.

2.1.3 진동운동이 순환계에 미치는 영향

전신 진동운동에 대한 최근 연구에서는 순환계에도 효과적인 것으로 나타났다. 각기 다른 주파수에 따라 전신 진동운동을 실시한 결과 4.5Hz에서 산소섭취량과 혈류량이 가장 많이 증가한 것으로 나타났으며^{[19][20]}, 호흡과 관련하여 환기량이 유의하게 증가되었다고 하였다. 하지만 근골격계에 미치는 영향을 연구한 자료에 비하여 순환계에 미치는 영향은 부족한 것으로 조사되어, 앞으로 순환계에 초점을 맞춘 연구가 활발하게 진행되어야 할 것으로 사료된다.

2.2 노인 및 장애인에 대한 가상현실의 장점

가상현실은 하드웨어와 소프트웨어를 통해 특정 환경 및 상황을 제공하여 대상자가 제공된 환경과 실제로 상호작용을 하는 것처럼 느끼게 하고 행동을 유발한다. 이러한 특수성은 정상인을 비롯한 신체적 장애를 가진 대상자가 불가능한 기능적 동작을 실현할 수 있도록 만들어 주는 장점을 가지고 있다^[21]. 특히 3차원 가상현실은 실제 환경과 거의 유사한 상황을 구현할 수 있기 때문에 신체 움직임이 불편한 노인 및 장애인의 재활치료 적용시에 매우 유용하다고 보고되었다^[22]. 이러한 3차원 가상현실은 기능적 자기공명영상(functional MRI) 장비와 같은 최첨단 장비를 통하여 장애인 및 신경학적 질환자의 뇌가소성(brain plasticity)에도 긍정적인 효과를 보이는 것으로 나타났다^[23]. 또한 가상현실은 사용자에게 실제와 비슷한 경험을 하도록 제공하고 이러한 상황에서의 훈련을 통해 실제 생활의 적응력을 빠르게 회복할 수 있다는 것이다^[24]. 이러한 가상현실에 참여하면서 특정한 과제 수행을 통해 나타나는 시각적, 청각적 피먹임은 효과적인 움직임을 조절할 수 있는 능력을 배양하게 된다^[2].

2.3 가상현실 기반 전신 진동운동 기기의 기술 동향

국내의 경우 노인 및 장애인을 대상으로 한 가상현실과 연계된 진동기는 전무하다. 헬스용으로 의료용 허가를 받은 제품은 없으며 이와 유사한 진동감 제공기기와 진동판의 흔들림은 좌우방향으로만 제공되고 있다. 현재 유사한 제품으로 가상현실을 주제로 연구된 프로젝트는 영남대병원 재활의학과에서 추진 중인 '중풍 가상현실 치료'가 있다. 이는 가상현실 운동치료 시스템을 뇌졸중 환자에게 적용하기 위해 개발된 것으로 텔레비전을 통하여 운동을 할 수 있는 공간(예, 축구장, 공장, 공원, 스키장, 및 수영장)에서 실행하는 프로그램이다. '스크린 마라톤(가미테크, 2009)' 프로그램은 러닝머신과 마찬가지로 제자리에서 달리기를 하도록 구성되어 있으며 복수의 대상자가 동시에 이용할 수 있는 장점이 있다. 동신대 디지털 콘텐츠 협동연구센터에서 개발한 '스크린 사이클'은 자전거와 가상현실을 연동한 것으로 실제 자전거를 타는 것처럼 운동을 하게 되며, 스크린에서 언덕을 올라갈 때는 언덕의 경사도에 따라 자전거 페달에 저항이 들어가도록 설계되어 있다.

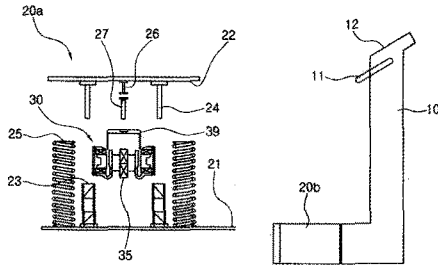


그림 3. 교차 진동형 운동장치(등록번호: 10-2009-0080967)

국내 특허 중 진동 운동에 적합한 가상현실을 컨텐츠는 아직 등록되어 있지 않다. 그러나 진동기에 대한 특허는 일부 등록되어 있으며 그 중 몇 가지 대표적인 것을 살펴보면 다음과 같다. 우선 그림 3은 교차 진동형 운동장치의 특허 대표 도면을 나타낸 것으로 베이스 위의 좌측과 우측에 각각 2개의 진동판(제 1, 2 진동판)을 배치하여, 상하로 진동이 되게끔 하였다. 상호간에 180도의 위상차를 갖는 구동신호(구형파 펄스신호)가 2개의 진동판 아래의 코일에 인가됨에 따라 코일에 자계를 형성시켜 철 성분으로 구성된 진동판이 아래로 잡아당기게 되고, 신호가 인가되지 않으면 스프링에 의해 복원되게끔 구성하여 교대로 상하 진동을 시킨다. 이 운동기기는 구동신호를 빠르게 인가하면 빠르게 진동하고, 느리게 인가하면 느리게 진동하게 된다.

그림 4의 경우 인체에 진동을 발생시키는 상하 진동 운동기구로서 양발이 오르는 발판은 중심부를 고정시켜, 양단에 종방향으로 지지되는 시소축으로 구성된다. 그 아래에 구동모터와 벨트에 의해 동력이 전달될 수 있도록 폴리가 설치되어 있으며 발판의 아래면 양단에 접한 상태로써, 폴리의 회전운동을 직선 왕복운동으로 변환시키는 구동축이 하나 더 설치되고, 그 양단이 최상 높이와 최하 높이에 위치되도록 편심된 캠이 각각 설치되어 캠의 구동에 의해 발판에 상하 진동을 발생시킨다. 이 운동기기는 모터의 회전 속도에 따라 상하 진동 주파수가 결정이 된다.

국외의 경우 균형기능 증진을 위해서는 좌우 흔들림뿐만 아니라 전후 흔들림 조절이 매우 중요함에도 불구하고 진동판의 흔들림이 좌우로 제공되는 진동기기는 있으나, 전후로 제공되는 진동기는 현재 개발되지 않았다(그림 5 참조). 또한 노인 및 장애인을 위한 현수기능이 부가된 전신 진동기도 없는 것으로 조사되었다.

지금까지 진행된 연구로 호주 퀸즈랜드 대학에서 개발한 '가상 운동 자전거'는 싸이클을 컴퓨터 게임 프로그램과 연동하여 설계한 기기로 닌텐도 위의 리모컨을 사용하여 대상자의 취향에 맞는 설정이 가능하며 음향 효과도 추가하였다. 'Towards Real Virtuality'는 요크대학에서 대상자의 오감을 최대한 자극하기 위하여 가상현실 상황에서 'Virtual Cocoon'라는 특수 헤드셋을 사용하여 인지 및 지각력을 끌어올리는 장비가 개발되어 있다. 그러나 이러한 국외 장비들은 3차원 가상현실이 부재되었거나 전신 진동감을 사용하지 않고 있다.

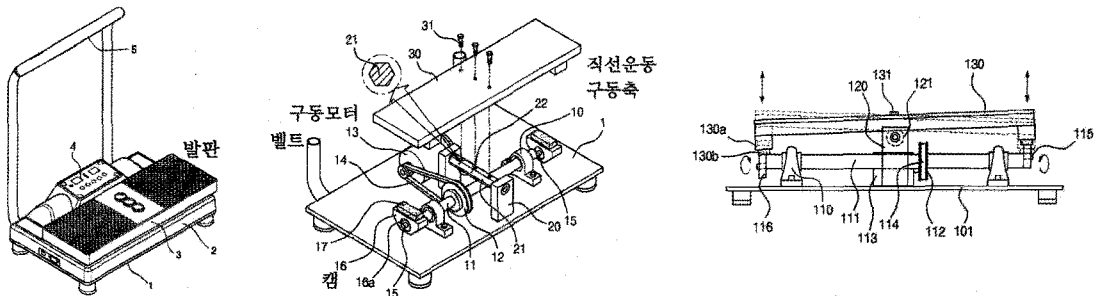


그림 4. 상하진동 운동기(등록번호: 10-2006-0026556)



그림 5. 외국의 각종 진동운동기

3. 전신 진동기와 가상현실 콘텐츠와의 결합

기존 제품들의 장점과 가상현실 콘텐츠를 결합하면 다양한 방향의 진동감을 적용하면서 다차원적으로 감각기능을 활성화시키면서 운동능력을 극대화시킬 수 있는 장점을 가질 수 있다. 진동기의 경우 현재 개발된 부품들의 조합에 의해 쉽게 개념 설계가 가능하다. 통합된 기능의 3차원 운동기구 디자인으로 가로, 세로 및 높이 방향으로 설계된 새로운 진동 구조로써 현수 장치와 사용이 편리한 디자인으로 내구성과 친환경적 소재를 사용하여 구성된다. 또한 주파수 변동이 가능한 진동발생 모듈은 BLDC 모터를 사용하여 control driver로 진동 주파수를 5~30 Hz로 조절하고, 진동발생 시 전정기관에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 탄성 스프링 배치 및 최대 진동 파고점에서 진동을 흡수시키는 장치를 추가로 부착한다(그림 6 참조).

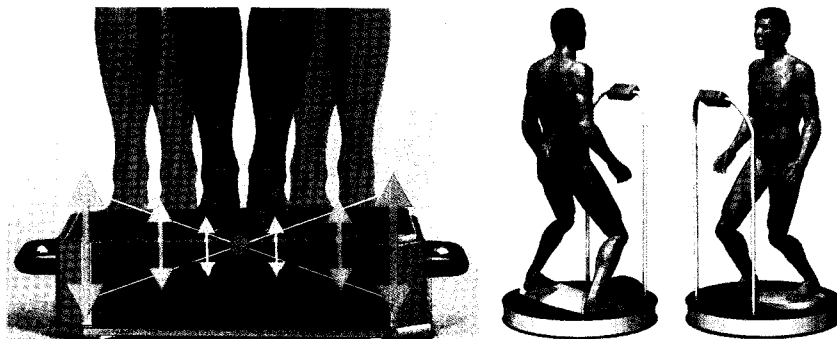


그림 6. BLDC 모터를 이용한 진동 운동기

이러한 진동기와 결합될 가상현실을 구현할 장치에서 가장 주요한 부분은 노인 적정 운동량 목표를 설정하고 운동에 적합한 콘텐츠를 개발하는 것이다. 노인의 운동량을 측정하고 평가하기 위해서는 운동 이력을 관리할 수 있는 저장 장치가 필요하며, 적정 체중과 운동량을 제시하고 관리를 위해 각종 데이터베이스를 구축해야 한다. 가상현실 콘텐츠는 노인의 흥미를 유발함과 동시에 진동 운동의 효과를 극대화 할 수 있도록 제작되어야 한다. 진동 효과를 고려한 유용한 콘텐츠를 제시하면 그림7과 같은 제트스키, 워터스키나 자전거 타기 등을 들 수 있다. 시각적으로는 바다 또는 시골길 등 먼 곳을 주시하면서 평소에 관심 있는 스포츠를 즐기면서 진동감을 함께 느낄 수 있다. 이러한 스포츠는 진동감을 느끼면서 균형 감각을 발달시키는 효과도 함께 제공할 수 있으며, 인터넷을 통해 동시 접속환경을 제공할 경우 다수의 노인들이 같은 공간 내에서 함께 스포츠를 즐기면서 대화 또는 경쟁을 통해 가상공간에서 사회 활동도 즐길 수도 있다.

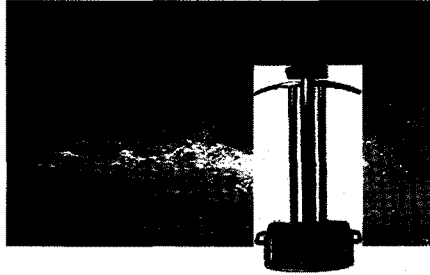


그림 7. 해상 스포츠 가상현실 컨텐츠

4. 결 론

최근 재활산업에서 관심을 모으고 있는 3차원 가상현실과 전신 진동기가 연계된 장비는 보다 많은 대상자에게 활용이 가능할 것으로 전망되고 있다. 전신 진동기의 신체 기능적 증가효과는 다수의 연구 결과로 입증되었다. 우선 근기능에 대한 영향을 볼 때 진동운동은 알파-운동섬유를 지속적으로 자극하여 근력을 강화시키고, 근육 두께를 증가시킨다. 또한 노년 여성의 하지 근력과 움직임의 속도를 향상시키고, 정적 근력뿐만 아니라 동적 근력까지 향상되는 것으로 나타났다. 진동운동은 근력뿐만 아니라 골밀도를 증가시켜 일상 생활 동작 능력을 향상시킨다. 전신 진동운동의 효과는 순환계에도 나타나며, 특정 진동 주파수에서 산소섭취량과 혈류량이 증가하고 호흡관련 환기량이 증가한다.

3차원 가상현실은 신체 움직임이 불편한 노인 및 장애인의 재활치료 적용시에 매우 유용하며, 기능적 자기공명영상 장비와 같은 장비를 통하여 장애인 및 신경학적 질환자에게도 긍정적인 효과를 보인다. 그러나 국내의 경우 노인 및 장애인을 대상으로 한 가상현실과 연계된 진동기는 없으며, 좌우 방향으로만 흔들리는 진동판이 있는 유사 진동 기기만 제공되고 있다. 해외의 경우 가상현실 상황에서 사용자의 오감을 최대한 자극하기 위한 특수 헤드셋을 사용하여 인지 및 지각력을 끌어올리는 장비 등이 개발되었으나 국외 장비들 역시 3차원 가상현실이 부재되었거나 전신 진동감을 사용하지 않고 있다.

진동 자극 효과를 높이는 기기는 현수 장치와 BLDC 모터를 사용하여 진동발생 시 전정기관에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 형태가 적합하다. 노인의 전신 진동운동에 적합한 컨텐츠로 제트스키, 워터스키나 자전거 타기 등이 있다. 가상현실 기반 운동은 스포츠를 즐기면서 진동운동 효과를 얻을 뿐만 아니라 균형 감각을 발달시키는 효과와 더불어 다른 노인들과 가상공간에서 사회 활동도 즐길 수 있다.

3차원 가상현실과 연계된 진동기 개발은 편리성, 효과성 및 다양성 측면에서 재활 및 건강관련 분야에서 다양하게 적용이 가능할 것으로 사료된다. 또한 재활, 의용 및 전자공학과 유기적인 협조를 구축하여 고령친화산업으로의 응용도 가능하다. 이는 고령화 사회의 노화와 장애로 인한 신체기능 저하를 예방할 수 있는 질적 만족도가 높은 최신편리 장비로 고려된다. 전신 진동기 효과를 극대화시킬 수 있는 3차원 가상현실 장비는 현재 재활 및 헬스관련 분야에서 최초 개발이 될 것이므로 이와 관련된 선행연구 및 개발이 절실히 필요하다.

후 기

본 연구는 중소기업청 2010년도 “가상현실기반 지능형 스포메디(Spo-medi) 융복합 연구회” 기획사업 과제에 의해 수행되었습니다.



❁ 참고 문헌

- [1] Bryanton C., Bosse J., Brien M., McLean J., Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychology & behavior : the impact of the internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*.9:123-128 ,2006
- [2] Flynn S., Palma P., Bender A., Feasibility of using the sony playstation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report, *Journal of the neurologic physical therapy*,31 (4):180-189 ,2007
- [3] 송창호, 신원섭, 이경진, 이승원. 비디오 게임을 이용한 가상현실 운동 프로그램이 노인의 근력, 균형 및 보행에 미치는 영향, *한국노년학*, 29:1261-1275 ,2009
- [4] Ferranrin M., Brambilla M., Garavello L., Di Candia A., Pedotti A., Rebuffetti M, Microprocessor-controlled optical stimulating device to improve the gait of patients with parkinsons disease. *Medical and biological engineering and computing*, 42(3):328-332 ,2004
- [5] Jaffe D.L., Brown D.A., Pierson-Carey C.D., Buckley E. L., Lew H.L, Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia, *Journal of rehabilitation research and development*, 41 (3A):283-292. ,2004
- [6] Rizzo A., Rowerly T., Buckwalter J., Schultheis M., Matheis R., Shahabi C., The virtual classroom: a virtual environment for the assessment and rehabilitation of attentin deficits, *Cyberpsyochology and Behavior*, 3:483-500 ,2000
- [7] 박용길. 웰빙과 실버세대를 위한 수직진동운동기의 동향, *스포츠과학*, 94:78-85 ,2006
- [8] 진수정, 이주형, 이대택, 이명천. 전신진동운동이 근기능, 순환계 및 체구성에 미치는 영향에 대한 문헌고찰, *대한운동사회 스포츠건강의학 학술지*. 9:1, 31-38 ,2007
- [9] Rittweger J., Bellar, G., Felsenberg, D. Acute physiological effect of exhaustive whole-body vibration exercise in man, *Clinical physiology*, 20(2):134-142 ,2000
- [10] Stark C., Nikopoulou-Smyrni P., Stabrey A., Semler O. & Scheonau E., Effect of a new physiotherapy concept on bone mineral density, muscle force and gross motor function in children with bilateral cerebral palsy, *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 10(2):151-158 ,2010
- [11] Bosco C., Colli R., Introini E., Cardinale O., Tsarpela A., Madella J., Viru R., Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure, *Clin Physiol.*, 19:183-187 ,1999
- [12] Lebedev M.A., Poliakov A.V., Analysis of the interference electromyogram of human soleus muscle after exposure to vibration, *Neirofiziologiia*, 23:57-65 ,1991
- [13] van Nes I.J., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A., & Geurts, A.C., Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*, 37(9):2331-2335 ,2006
- [14] Falempin M., In-Albon S.F. Influence of brief daily tendon vibration on rat soleus muscle in non-weight bearing situation, *J. Appl.Physiol.*, 87:3-9 ,1999
- [15] Bakhtiary A.H., Safavi-Farokhi Z., Aminian-Far A., Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise., *Br.J. Sports Med.*, 41(1):145-148 ,2007
- [16] Turbanski S., Haas C.T., Schmidtbleicher D., Friedrich A., Duisberg P., Effects of random whole body vibrartion on postural control in Parkinsons disease, *Res Sports Med* 13(3); 243-256 ,2005
- [17] Gilsanz V., Wren T.A., Sanchez M., Dorey F., Judex S., Rubin C., Low-Level, high-frequency

- mechanical signals enhance musculoskeletal development of young women with low BMD, *J. Bone Miner Res.*, 21(9):1464-1474, 2006
- [18] Versueren S.M., Roeleants M., Delecluse C., Swinnen S., Vanderschueren D., Bonnen S., Effect of 6-months whole body vibration training on hip densitBonmuscle strength and postural control in post menD.usal women: A randomized controlled piolt study, *J. Bone Miner Res*, 19:352-359, 2004
- [19] Maikala R., King S., Bhambhani Y.N., Cerebral oxygenation and blood volume responses to seated whole body vibration, *Eur. J. App. Physiol.*, 95(5):447-453, 2005
- [20] Rittweger J., Schies나 H., Fesenberg D., Oxigen uptake during whole body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement, *Eur J. Appl Physiol.*, 86(2):169-173, 2001
- [21] Brooks BM, Rose FD, Attree EA, Elliot-Square A., An evaluation of the efficacy of training people with learning disabilities in a virtual environment. *Disabil Rehabil*, 24:622-626, 2002
- [22] Johnson DA., Rose FD., Rushton S., Pentland B., Attree EA., Virutal reality: A new prosthesis for brain injury rehanilitation. *Scot Med J*, 43:81-83, 1998
- [23] You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH, Kim JH, Lee MY, Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study, *Stroke*. 2005 Jun;36(6):1166-1171, 2005



정 경 열

- 한국기계연구원 에너지플랜트연구본부 플랜트 안전연구실 책임연구원
- 관심분야 : IT융합기술, 에너지플랜트
- E-mail : kychung@kimm.re.kr



임 병 주

- 한국기계연구원 에너지플랜트연구본부 플랜트 안전연구실 선임연구원
- 관심분야 : 플랜트 상태진단 기술, IT 제어장비
- E-mail : bzoo77@kimm.re.kr



박 창 대

- 한국기계연구원 에너지플랜트연구본부 플랜트 안전연구실 선임연구원
- 관심분야 : 에너지플랜트, 의료기기
- E-mail : parkodae@kimm.re.kr



이 병 권

- 건양대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 재활공학, 물리치료, 스포츠 상해
- E-mail : lbk6326@konyang.ac.kr



천 승 철

- 우송대학교 직업치료학과 교수
- 관심분야 : 인간공학, 재활의학, 물리치료학
- E-mail : 94csc@hanmail.net